

SAOBRAĆAJNI FAKULTET UNIVERZITETA U BEOGRADU

Dr Nada MILOSAVLJEVIĆ

**ELEMENTI ZA
TEHNOLOŠKO PROJEKTOVANJE
OBJEKATA U DRUMSKOM
SAOBRAĆAJU I TRANSPORTU**

II izdanje

BEOGRAD
2003.

Dr. Nada Milosavljević
IZ OBLASTI ZA TEHNOLOŠKO PROJEKTOVANJE OBJEKATA
U DRUMSKOM SAOBRAĆAJU I TRANSPORTU
II izdanje

Recenzenti: dr Nikola Putnik
dr Milovan Tomić
Za izdavača: dekan, dr Momčilo Miljuš
Glavni i odgovorni urednik: dr Snežana Pejić-Tarle
Tehnički urednik: Gordana Marjanović
Lektor: Svetlana Radovanac
Korica: Predrag S. Zdravković
Crteži: Dejan Lukić
Darko Vujin
Izdavač: Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu,
Vojvode Stepe 305,
telefon: 3976-017
fax: 466-294
http://www.sf.bg.ac.yu
Priprema i štampa: Izdavačka delatnost Saobraćajnog fakulteta
telefon: 3091-344; 3091-329
e-mail: idsf@sf.bg.ac.yu
Tiraž: 250 primeraka

PUBN 86 / 995 / 16 / 1

Na osnovu odluke Uredničkog odbora Saobraćajnog fakulteta Univerziteta u Beogradu, broj 4/8/2 od 22. aprila 2003. godine, odobrava se za upotrebu u nastavi kao pomoćni udžbenik.

Izdavač zadržava sva prava. Reprodukција pojedinih delova ili celine ove publikacije nije dozvoljena.

S a d r ž a j

P R E D G O V O R	1
1. OBJEKAT U SAOBRAĆAJU I TRANSPORTU - TERMINAL	3
2. OPERATIVNA POVRŠINA TRANSPORTNIH SREDSTAVA	11
2.1. Osnovni zahtevi transportnih sredstava	14
2.2. Osnovne funkcije operativne površine	15
2.3. Osnovni elementi operativne površine	20
2.4. Jedinični element strukture operativne površine	22
2.4.1. Osnovni tipovi jediničnih elemenata strukture	24
2.4.2. Površina jediničnog elementa strukture	28
3. M A N E V R I S A N J E	37
3.1. Manevrisanje kao specijalan način kretanja	37
3.2. Izmeritelji manevarskih sposobnosti transportnih sredstava	39
4. DIMENZIONISANJE JEDINIČNIH ELEMENATA STRUKTURE SOLO VOZILA	43
4.1. Izmeritelji manevarskih sposobnosti solo vozila	43

4.1.1. Parametri gabarita.....	43
4.1.2. Radijusi horizontalne prohodnosti.....	44
4.1.3. Parametri koji kvantifikuju uticaj sposobnosti vozača.....	45
4.2. Metoda za dimenzionisanje jediničnih elemenata strukture.....	47
4.2.1. Dimenzionisanje površine jediničnog elementa strukture tipa I.....	50
4.2.2. Dimenzionisanje površine jediničnog elementa strukture tipa II.....	50
4.2.3. Dimenzionisanje površine jediničnog elementa strukture tipa III.....	54
4.2.4. Dimenzionisanje površine jediničnog elementa strukture tipa IV.....	58
4.2.5. Dimenzionisanje površine jediničnog elementa strukture tipa V.....	66
4.2.6. Dimenzionisanje površine jediničnog elementa strukture tipa VI.....	69
4.2.7. Dimenzionisanje površine jediničnog elementa strukture tipa VI.....	71
5. DIMENSIONISANJE JEDINIČNIH ELEMENATA STRUKTURE TRANSPORTNIH SASTAVA.....	73
5.1. Izmeritelji manevarskih sposobnosti transportnih sastava.....	73
5.1.1. Parametri gabarita.....	74
5.1.2. Radijusi horizontalne prohodnosti.....	77
5.1.3. Putanje kretanja kritičnih tačaka transportnog sastava.....	85
5.1.4. Optimizacija načina kretanja u procesu manevrisanja.....	92
5.1.5. Izmeritelj kojim se kvantifikuje uticaj sposobnosti vozača.....	98
5.2. Metoda za dimenzionisanje jediničnih elemenata strukture.....	101
5.2.1. Dimenzionisanje površine jediničnog elementa strukture tipa I.....	102
5.2.2. Dimenzionisanje površine jediničnog elementa strukture tipa II.....	103
5.2.3. Dimenzionisanje površine jediničnog elementa strukture tipa III.....	107
5.2.4. Dimenzionisanje površine jediničnog elementa strukture tipa IV.....	107
5.2.5. Dimenzionisanje površine jediničnog elementa strukture tipa V.....	112
5.2.6. Dimenzionisanje površine jediničnog elementa strukture tipa VI.....	112
5.2.7. Dimenzionisanje površine jediničnog elementa strukture tipa VII.....	116
VEZA TIPJA JEDINIČNOG ELEMENTA, OSNOVNIH FUNKCIJA I VRSTE TRANSPORTNIH SREDSTAVA.....	117
LITERATURA.....	121
POJASNAJ POJMOVA.....	123
POKLADJEŠKA O AUTORU.....	125

Predgovor

Ova knjiga se bavi drumskim terminalima i to delom koji se odnosi na tehnološko projektovanje operativnih površina transportnih sredstava. U knjizi su date metode za dimenzionisanje površina na kojima vozilo realizuje bilo koji tehnološki zahtev: smeštaj, parkiranje, opravku i održavanje, utovar ili istovar robe, ukrcavanje ili iskrcavanje putnika, snabdevanje pogonskim materijalom i slično. Takođe su dati elementi za izradu idejno-tehnološkog rešenja operativne površine bilo kog objekta u drumskom saobraćaju i transportu: autobuske stanice, autobaze, parking garaže ili parkirališta, stanice za snabdevanje gorivom.

Materija izložena u knjizi deo je materije obuhvaćene nastavnim programom iz predmeta Autobaze i autostanice i Stacionarni saobraćaj.

Knjiga je namenjena prvenstveno studentima Saobraćajnog fakulteta, ali i diplomiranim saobraćajnim inženjerima, a može koristiti i studentima i inženjerima srodnih tehničkih fakulteta.

AUTOR

1. Objekat u saobraćaju i transportu - terminal

Pod transportom, sasvim uopšteno, podrazumeva se skup ili kompleks aktivnosti na premeštanju putnika i robe uz pomoć transportnih sredstava, od izvora do krajnjeg cilja. U osnovnom transportnom procesu putnici i roba predstavljaju predmet rada, dok transportna sredstva čine sredstva rada. Na osnovu ovako formulisane definicije može se zaključiti da transport predstavlja isključivo prevozni proces. Međutim, za efektivno odvijanje transportnog procesa u okviru izvršenja kompletne transportne usluge [1], mora se znati da je, u savremenim uslovima razvoja transportne tehnologije, proces prevoza samo jedan od elemenata transportnog procesa. Utovar, istovar, pretovar, skladištenje, dovoz, odvoz i slično predstavljaju takode elemente transportnog procesa i ne manje značajne karike u lancu različitih aktivnosti. Da bi se sve aktivnosti koje čine transportni proces, realizovale neophodnu komponentu ukupnog transportnog sistema treba da čine i mesta, tačke, odnosno čvorovi transportnog sistema na kojima se odvija proces zadovoljavanja transportno-tehnoloških zahteva predmeta rada i sredstava rada, vezanih za osnovni transportni proces. Ta mesta, tačke, odnosno čvorovi nazivaju se terminali. Znači, terminali se mogu definisati kao objekti na kojima se zadovoljavaju transportno-tehnološki zahtevi putnika, robe i transportnih sredstava.

Terminali se mogu podeliti u dve osnovne grupe:

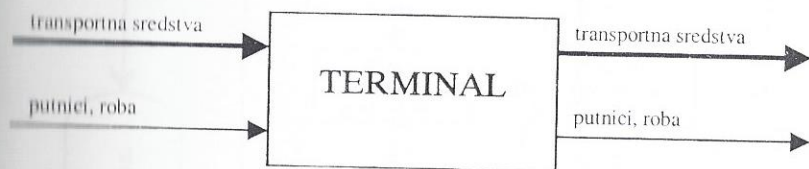
- preduzeća sa logističkim aktivnostima u kojima se odvijaju aktivnosti usmerene prema putnicima, robi ili transportnim sredstvima, u cilju realizacije osnovnog, transportnog procesa

- autotransportna preduzeća u kojima se odvijaju aktivnosti isključivo usmerene prema transportnim sredstvima

Osnovna razlika između dve navedene grupe terminala je u tome što se u autotransportnim preduzećima transportna sredstva tretiraju isključivo kao predmet rada, a u preduzećima sa logističkim aktivnostima, u zavisnosti od stepena složenosti, kao sredstva rada ili i kao sredstva i kao predmet rada.

Funkcionisanje transportnog sistema uslovljeno je funkcionisanjem svih njegovih komponenti, pa i terminala. Sa druge strane, transportni sistem koji je podsistem sistema društvene reprodukcije smatra se optimalnim ako funkcioniše u skladu sa definisanom funkcijom cilja. Funkcija cilja transportnog sistema formira se na osnovu spoljnih kriterijuma optimizacije dobijenih iz višeg sistema (sistema društvene reprodukcije i društvenog sistema uopšte) i unutrašnjih kriterijuma funkcionisanja samog transportnog sistema. Prvi se izražavaju kroz parametre tržišta i parametre saobraćajne politike, a drugi preko efektivnosti [2]. Iz ovoga dalje proizilazi da je sa aspekta upravljanja transportni sistem podsistem privrednog sistema, a terminal podsistem transportnog sistema. Terminal, znači, mora svoju ciljnu funkciju i spoljne kriterijume svog funkcionisanja da definiše na višim nivoima upravljanja. Ciljna funkcija terminala uglavnom se definiše kao: minimizacija ukupno angažovanih materijalnih sredstava u resurse, za zadani nivo kvaliteta izvršavanja svog osnovnog procesa.

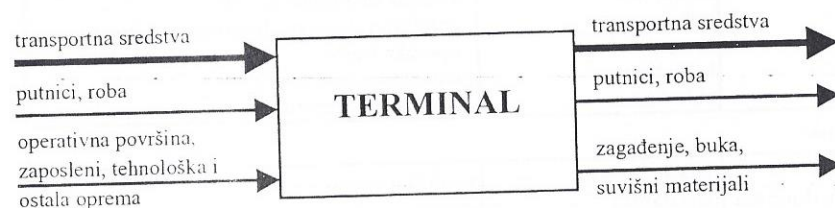
Terminal kao podsistem transportnog sistema, mora stalno da se prilagođava svim njegovim promenama do granice elastičnosti kada mora da menja svoju strukturu. U prilog tome govori činjenica da neki terminali funkcionišu kao samostalna funkcija (sl. 1.1), na primer utovar i istovar robe ili ukrcavanje i iskrcavanje putnika, znači sa sasvim prostom strukturom, pa čak i bez postojanja bilo kakve tehnološke opreme (stajalište autobusa na linijama javnog putničkog prevoza, mesto samo za utovar ili istovar robe i slično).



Sl. 1.1. Terminali proste strukture

Saznanjem o mestima nakupljanja robe ili putnika i povećanjem broja njihovih zahteva terminali povećavaju broj funkcija koji se na njima realizuje i logično treba da imaju složeniju strukturu (sl. 1.2). U takvoj strukturi, između ostalog, neophodan ulaz u terminal kao sistem ("input") predstavlja operativna

površina na kojoj se realizuju svi pripadajući zahtevi, tehnološka i ostala oprema, zaposleni i sl. Znači, resurse terminala čine: transportna sredstva, materijalni, energetski, kadrovski i drugi potencijali, tehnološka i ostala oprema i površina namenjena realizaciji zahteva putnika, robe i transportnih sredstava. Sa ovim resursima, kao dinamičkom kategorijom, osnovni proces terminala ulazi u interakciju sa tržištem i drugim terminalima drumskog i ostalih vidova prevoza. Značajan je uticaj koji ima suma angažovanih sredstava u resurse na funkciju cilja globalnog transportnog sistema koju kreira isključivo vlasnik robe, odnosno putnik kao korisnik transportne usluge.



Sl. 1.2. Terminali složenije strukture

Sasvim uopšteno [3], funkcije terminala se definišu bez obzira na vid prevoza (drumski, železnički, vazdušni, vodni) i one obuhvataju, tabela 1.1:

Tabela 1.1. Funkcije transportnih terminala

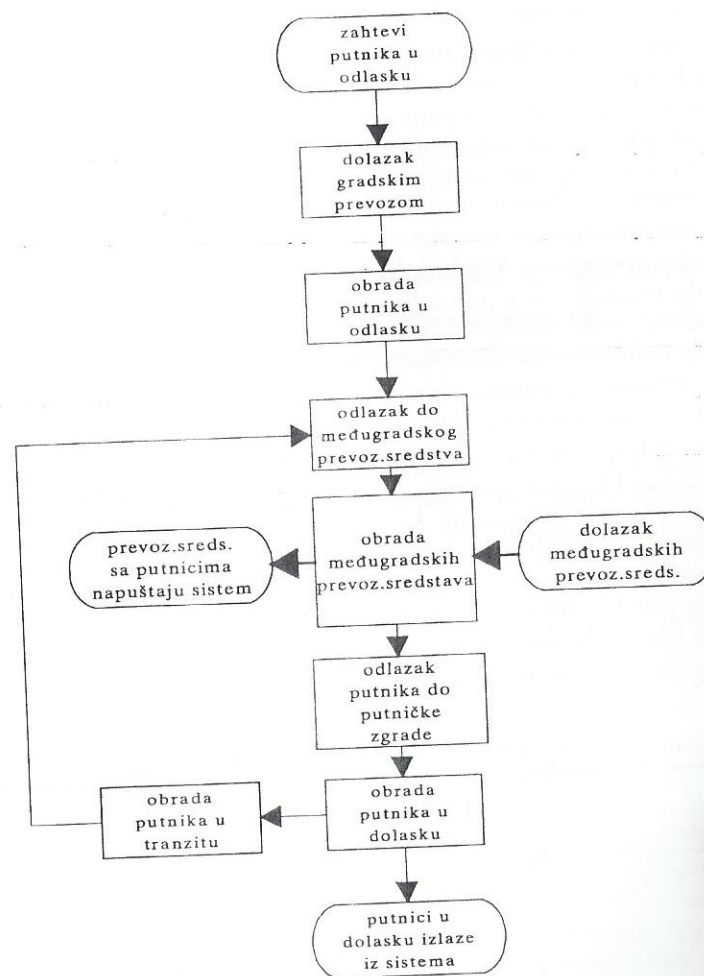
FUNKCIJE:
• Ukrcavanje putnika ili tereta u transportno sredstvo
– transfer sa jednog vozila na drugo
• Zadržavanje putnika ili tereta za vreme od pristizanja u terminal do vremena polaska
– mogući procesi sa hranom, pakovanje za transport
– obezbeđivanje komfora i nivoa opsluge putnicima
• Kretanje dokumentacije
– merenje tereta, pripremanje računa, odabiranje rute, utvrđivanje cena
– prodaja prevoznih isprava, rezervacije
• Smeštaj vozila, održavanje vozila, dodeljivanje radnog zadatka
• Formiranje grupa putnika i tereta za transport (formiranje voza, autobusa i slično), u zavisnosti od ekonomske opravdanosti i "cilja" putovanja

Takođe se mogu nabrojati terminali za različite grane transporta, npr. drumski, sa uobičajenim nazivima, tabela 1.2.

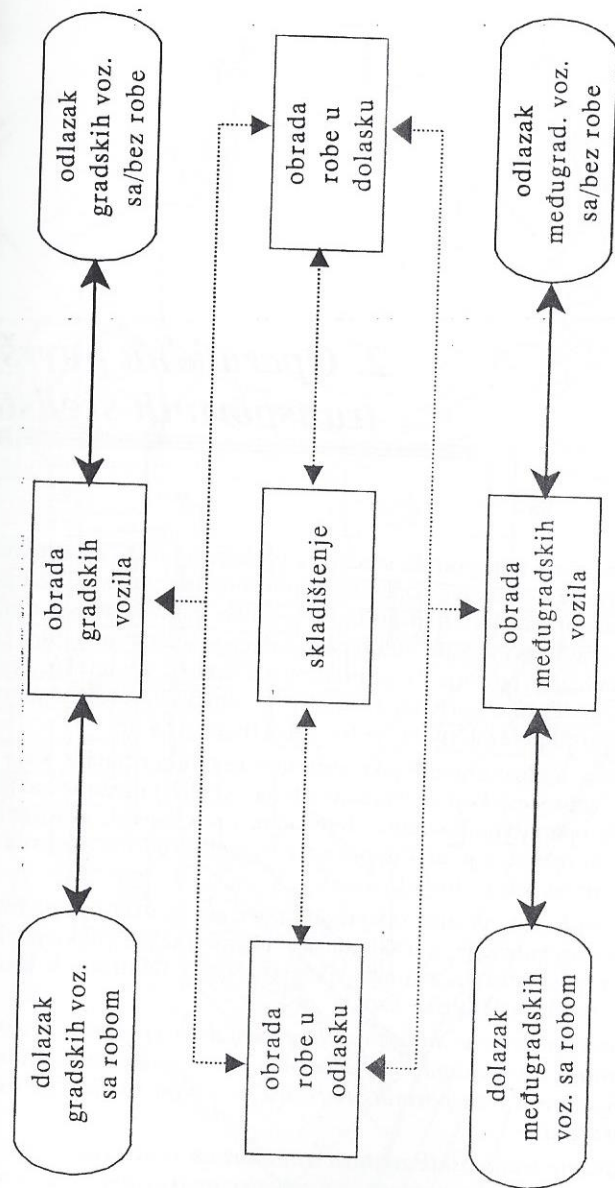
Tabela 1.2. Opšti nazivi terminala [3].

Vid prevoza	Operativna površina	Modalne međuveze ili druge pripadajuće funkcije
vazdušni		
	aerodrom	- kontakt sa drumskim vidom
	polje	- aerodrom sa veoma limitirajućim prostorom
	hangar	- opravka i servis
	helirom	- isto kao za aerodrome
	hidrobaza	- isto kao za aerodrome
drumski		
automobil i ostala drumski vozila	parking garaže i parkirališta	• smeštaj vozila • prihvatanje pešaka
	stanice za snabdevanje gorivom	• opravka vozila • servis
	moteli	• prikupljanje takse
	autobuska stanica autobusko stajalište	• međugradski autobus • prihvatanje korisnika
železnički		
putnici	železnička stanica	• lokalni prihvatanje i železnički kontakt ponekad uključuje i druge međugradske module (autobus)
teret	skladišta	• lokalni prihvatanje (otvoreni prostor prema zgradi)
	privatna sporedna pruga	• utovar i istovar za prevoznika i prihvatanje tereta
	dvoriste za klasifikaciju	• kontakt voza i tereta
	skretnica, motorna kuća, kuća sa okretnicom	• opravka vozila i servis • opravka lokomotiva i servis
vodni		
	pristanište	• zemaljski prihvatanje (obično železničke šine ili cevovod, a ponekad i kontakt sa brodom)
	dok	• pojedinačni prostor za utovar i istovar broda
	suvi dok	• opravka i servis

Da bi se još potpunije definisao terminal neophodno je upoznati makro-tehnološki proces koji se odvija u terminalu opšteg tipa, odnosno tehnološku šemu terminala, blok dijagrami, slika 1.3. i 1.4.



Sl. 1.3. Tehnološka šema putničkog terminala



Sl. 1.4. Tehnološka šema robnog terminala

Neophodan učesnik, kao što je navedeno, u procesu koji se u terminalu odvija (bez obzira da li je reč o preduzećima sa logističkim aktivnostima ili autotransportnim preduzećima) su transportna sredstva. Za realizaciju svakog mogućeg transportno-tehnološkog zahteva neophodna je operativna površina namenjena transportnim sredstvima, kao deo ukupne operativne površine terminala. Stoga je, a obzirom na predmet ove knjige, na tehnološkim šemama putničkog i robnog terminala podvučeno mesto koje zauzima proces sa transportnim sredstvima.

2. Operativna površina transportnih sredstava

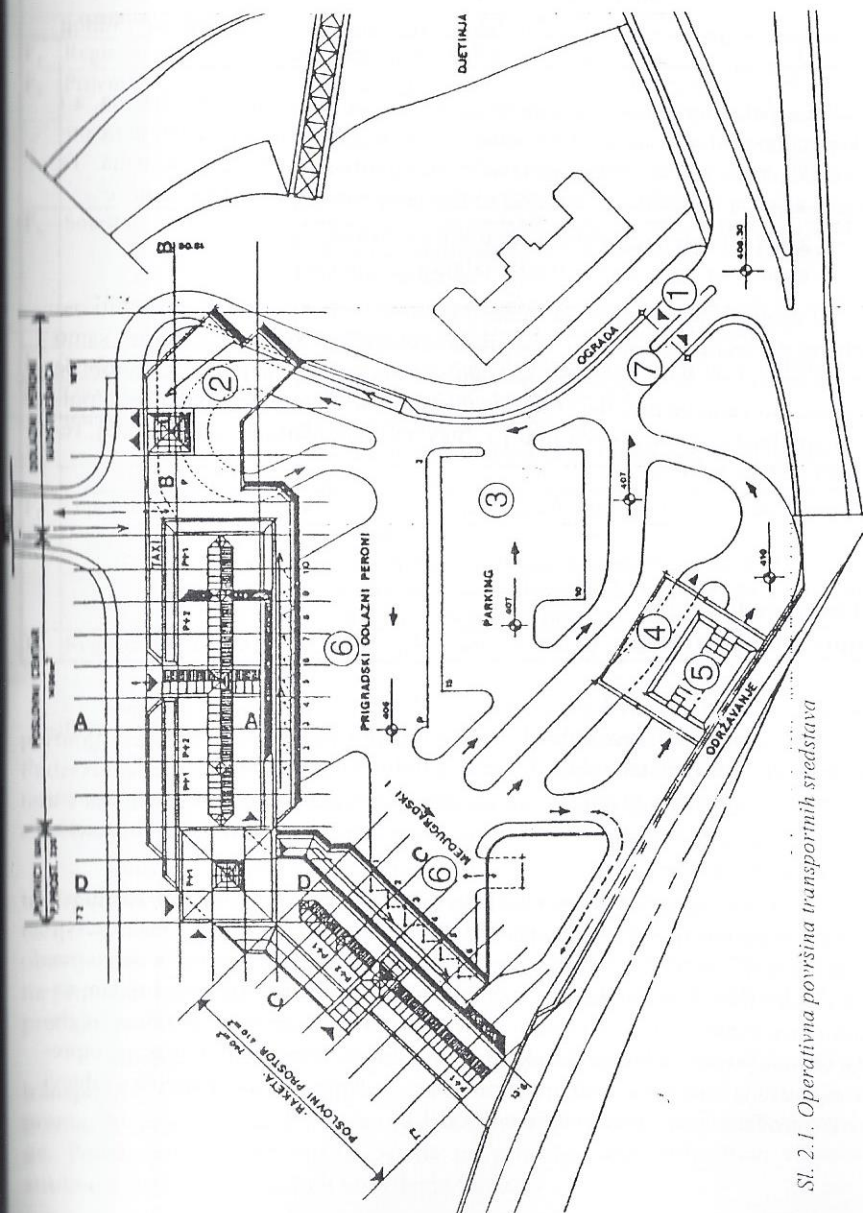
Operativna površina transportnih sredstava (u daljem tekstu operativna površina) predstavlja deo ukupne operativne površine terminala (sl. 2.1.) na kojoj se realizuju svi pripadajući transportno tehnološki zahtevi transportnih sredstava, na primer autobuski prostor autobuske stanice sa sadržajima: ulaz (pozicija 1), peroni za dolazak (pozicija 2), pripremno parkiralište za autobuse (pozicija 3), stanica za snabdevanje gorivom (pozicija 4), objekat za hitne intervencije (pozicija 5), peroni za polazak (pozicija 6) i izlaz (pozicija 7).

Na osnovu analize hijerarhijske strukture veza u terminalu, koja je posledica tehnološkog procesa koji se u njemu odvija, (sl. 2.2.) može se zaključiti da ovako definisane operativne površine obuhvataju i površine za realizaciju onih zahteva putnika ili robe čije je ostvarenje vezano za transportno sredstvo (ukrcavanje i iskrcavanje, utovar i istovar).

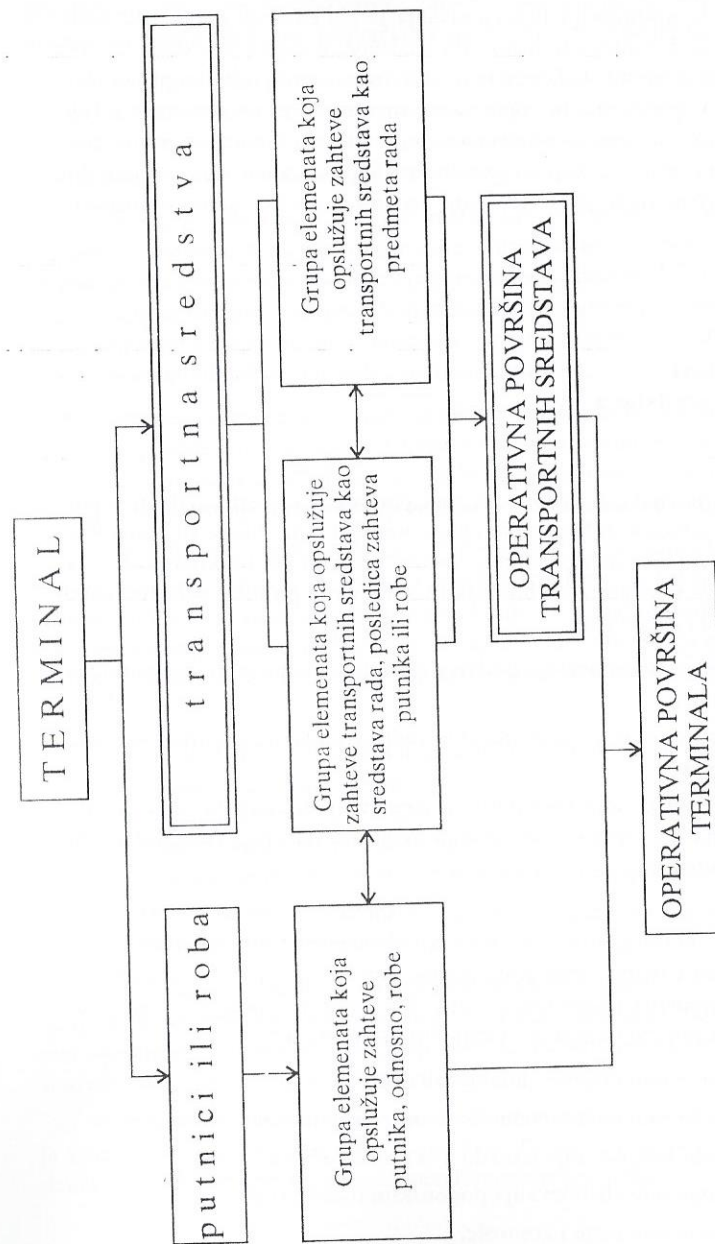
Optimalno funkcionisanje operativne površine postiže se optimizacijom procesa, resursa i organizacije, a u skladu sa funkcijom cilja. Funkcija cilja operativne površine posledica je zahteva višeg sistema i unutrašnjih kriterijuma funkcionisanja i može se definisati kao:

Minimizacija ukupno angažovanih materijalnih sredstava u resurse za zadati nivo kvaliteta izvršavanja svog osnovnog procesa, odnosno zadovoljavanja tehnoloških zahteva transportnih sredstava, a u cilju realizacije osnovnog, transportnog procesa.

Ispunjavanje tehnoloških zahteva transportnih sredstava u cilju realizacije osnovnog, transportnog procesa, sa zadatim troškovima, a uz realizaciju maksimalnih vrednosti parametara kvaliteta.



Sl. 2.1. Operativna površina transportnih sredstava



Sl. 2.2. Hijerarhijska struktura veza u terminalu

Prvi korak u optimizaciji funkcionisanja je istraživanje karakterističnih transportno-tehnoloških zahteva transportnih sredstava u cilju definisanja tehnologije na operativnoj površini. Jedan od osnovnih uslova za optimalno prilagoda- vanje tehnologije na operativnoj površini zahtevima transportnih sredstava leži u izboru osnovnih funkcija operativne površine, optimalnom dimenzionisanju elemenata operativne površine na kojima se one obavljaju, odnosno optimalnom dimenzionisanju površine na kojoj se realizuje jedan tehnološki zahtev transportnog sredstva.

2.1. Osnovni zahtevi transportnih sredstava

Kao što je poznato, u osnovnom transportnom procesu vozilo je sredstvo rada, a putnici odnosno roba predstavljaju predmet rada. Stoga su, naizgled, osnovni tehnološki zahtevi transportnih sredstava oni koji su direktna posledica funkcionalne veze sa transportno-tehnološkim zahtevima putnika odnosno robe kao predmeta rada. Ti zahtevi su:

- zaustavljanje transportnog sredstva radi ukrcavanja putnika, odnosno utovara robe,
- zaustavljanje transportnog sredstva radi iskrcavanja putnika odnosno istovara robe,
- smeštaj ili parkiranje transportnog sredstva radi čekanja od vremena iskrcavanja do vremena ukrcavanja, odnosno od vremena istovara do vremena utovara.

Sa druge strane odvijanje osnovnog transportnog procesa podrazumeva određeni status transportnog sredstva: tehnički ispravno vozilo snabdeveno pogonskim materijalom i snabdeveno dokumentacijom vezanom za radni zadatak. Da bi transportno sredstvo imalo takav status, moraju biti ispunjeni i određeni tehničko-tehnološki zahtevi vezani za sticanje tog statusa i to:

- zaustavljanje radi prijema radnog zadatka,
- zaustavljanje radi uvida u tehničko stanje pri polasku na radni zadatak,
- smeštaj, odnosno čuvanje između dva radna zadatka,
- zaustavljanje radi snabdevanja pogonskim materijalom,
- zaustavljanje radi nege i kontrole,
- zaustavljanje radi obavljanja tehničkih intervencija,

- smeštaj, odnosno čuvanje radi čekanja na narednu opslugu,
- zaustavljanje radi predaje dokumenata o obavljenom zadatku i
- zaustavljanje radi uvida u tehničko stanje pri povratku sa radnog zadatka.

Sa aspekta terminala, zbog potrebe postojanja informacionog sistema, a i radi eventualnog informisanja ostalih kategorija korisnika sistema, važno je raspolagati podatkom o ulasku, odnosno izlasku transportnog sredstva iz sistema. Ta potreba sa aspekta transportnog sredstva može da se prevede u sledeće zahteve:

- zaustavljanje radi registracije ulaska u sistem,
- zaustavljanje radi registracije izlaska iz sistema.

U zavisnosti od stepena složenosti operativne površine ona može biti osposobljena da realizuje jednu ili sve grupe tehnoloških zahteva, odnosno samo jedan zahtev ili bilo koju kombinaciju zahteva. Na primer, stajalište za autobuse realizuje samo zahteve prijema (iskrcavanje putnika) i otpreme (ukrcavanje putnika), a autobuska stanica pored njih i zahtev za registraciju ulaska, smeštaj, registraciju izlaska i slično.

2.2. Osnovne funkcije operativne površine

Operativna površina treba da sadrži funkcije kojima će obezbediti realizaciju svih pripadajućih tehnoloških zahteva transportnih sredstava.

Osnovna funkcija operativne površine definiše se kao skup aktivnosti kojima se obezbeđuje realizacija zahteva transportnih sredstava sa istim tehnološkim karakteristikama.

Analizom mogućih zahteva došlo se do zaključka da neki od njih imaju iste tehnološke karakteristike. Znači, moguće je izvršiti njihovo grupisanje. Obeležje svake grupe zahteva je da imaju iste tehnološke karakteristike, odnosno da se mogu realizovati istom funkcijom operativne površine. Na taj način definisano je i sedam osnovnih grupa zahteva, odnosno sedam osnovnih funkcija operativne površine: registracija ulaska, prijem, smeštaj, snabdevanje, obavljanje tehničkih intervencija, otprema i registracija izlaska sa operativne površine. Sistematizovani tehnološki zahtevi po osnovnim funkcijama prikazani su u tabeli 2.1.

Tabela 2.1. Osnovne funkcije operativne površine

Funkcija oznaka i naziv	Pripadajući tehnološki zahtev transportnog sredstva
Registracija ulaska	• zaustavljanje radi registracije ulaska
Prijem	• zaustavljanje radi iskrcavanja putnika, istovara robe • zaustavljanje radi predaje dokumentacije vezane za radni zadatak • zaustavljanje radi predaje transportnog sredstva, od strane vozača, po obavljenom radnom zadatku
Smeštaj	• smeštaj, čuvanje između vremena iskrcavanja (istovara) i vremena ukrcavanja (utovara) putnika (robe) u transportno sredstvo • smeštaj, čuvanje između dva radna zadatka • smeštaj, čuvanje između dve opsluge (funkcije)
Snabdevanje	• zaustavljanje radi snabdevanja pogonskim materijalom
Obavljanje tehničkih intervencija	• zaustavljanje radi nege i kontrole • zaustavljanje radi održavanja • zaustavljanje radi obavljanja ostalih potrebnih tehničkih intervencija
Oprema	• zaustavljanje radi prijema dokumentacije vezane za radni zadatak • zaustavljanje radi ukrcavanja (utovara) putnika (robe) • zaustavljanje radi prijema transportnog sredstva od strane vozača, pri odlasku na radni zadatak
Registracija izlaska	• zaustavljanje radi registracije izlaska iz sistema

Registracija ulaska transportnog sredstva obuhvata identifikaciju transportnog sredstva i registraciju njegovog ulaska u sistem operativne površine. Podrazumeva isključivanje transportnog sredstva sa saobraćajnice javnog karaktera i zaustavljanje na pripadajućem jediničnom elementu strukture (ulazu) radi obavljanja funkcije.

Funkcija prijema obuhvata realizaciju sledećih tehnoloških zahteva transportnih sredstava: iskrcavanje putnika ili istovar prtljaga, prijem dokumentacije vezane za radni zadatak i prijem transportnog sredstva od strane vozača po obavljenom radnom zadatku. Podrazumeva zaustavljanje transportnog sredstva na pripadajućem jediničnom elementu strukture (peron, mesto za istovar, primopredajni punkt) radi obavljanja funkcije.

Funkcija smeštaja obuhvata realizaciju sledećih tehnoloških zahteva transportnih sredstava: čuvanje između vremena realizacije funkcije prijem i otpreme, čuvanje između dva radna zadatka, čuvanje između dve bilo koje opsluge. Podrazumeva zaustavljanje vozila na pripadajućem jediničnom elementu strukture, parking mestu, radi obavljanja funkcije.

Funkcija snabdevanja obuhvata snabdevanje transportnih sredstava pogonskim materijalom. Podrazumeva zaustavljanje vozila na pripadajućem jediničnom elementu strukture (istakračkom mestu) radi obavljanja funkcije.

Funkcija obavljanja tehničkih intervencija obuhvata negu i kontrolu transportnih sredstava, preventivne intervencije i tekuće opravke. Podrazumeva postavljanje transportnih sredstava na pripadajući jedinični element strukture (radno mesto vozila) radi obavljanja funkcije.

Funkcija otpreme obuhvata realizaciju sledećih tehnoloških zahteva: ukrcavanje putnika, odnosno utovar robe u transportno sredstvo, predaju dokumentacije vezane za radni zadatak i prijem transportnog sredstva od strane vozača pre odlaska na radni zadatak. Podrazumeva zaustavljanje transportnog sredstva na pripadajućem jediničnom elementu strukture (peron za odlazak, mesto za utovar, primopredajni punkt) radi obavljanja funkcije.

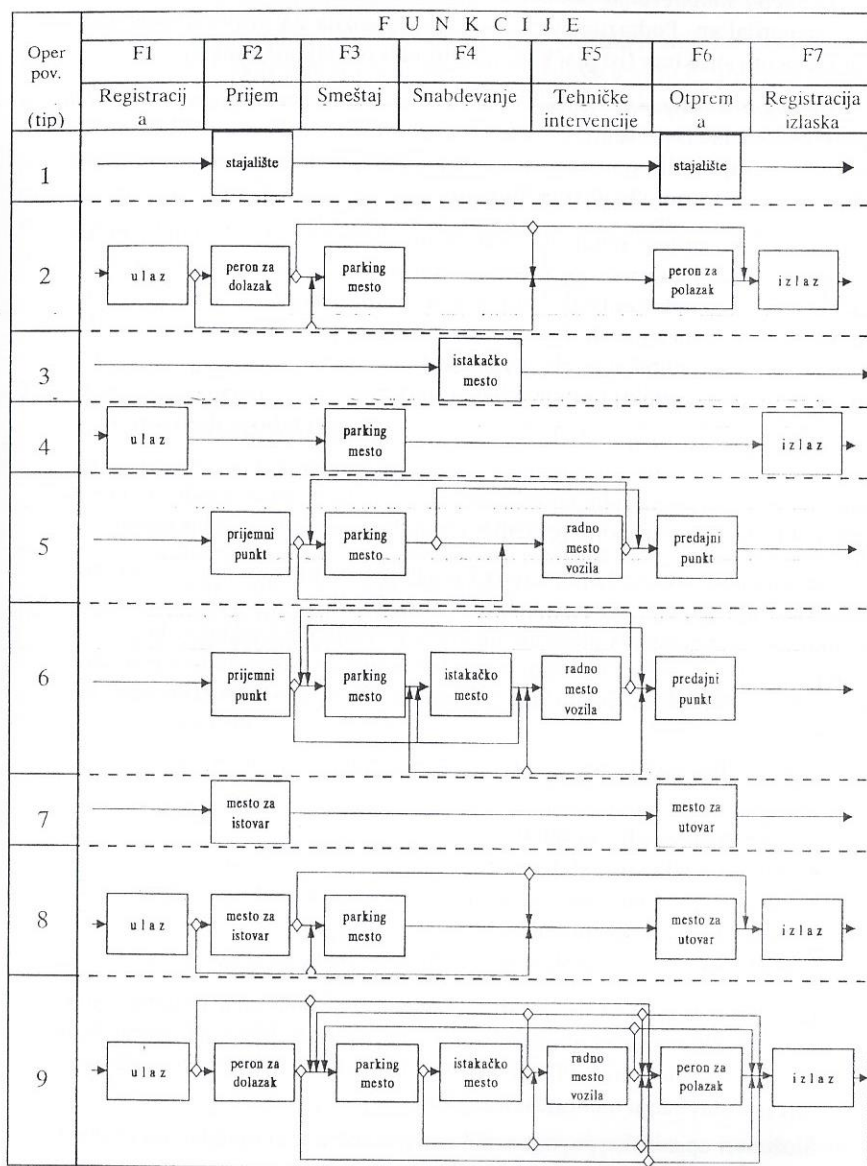
Funkcija registracije izlaska obuhvata identifikaciju transportnog sredstva i registraciju njegovog izlaska iz sistema operativne površine. Podrazumeva zaustavljanje na pripadajućem jediničnom elementu strukture (izlazu) radi obavljanja funkcije i uključivanje transportnog sredstva u saobraćajnicu javnog karaktera.

Eventualne razlike koje se mogu pojaviti u zahtevima koji se realizuju na istoj osnovnoj funkciji iskazuju se kroz kriterijume koje treba poštovati pri izboru mikrolokacije elementa površine na kome se realizuje funkcija i kroz prostorna ograničenja u površini na kojoj se zahtev realizuje. Stoga se može smatrati da se svi tehnološki zahtevi mogu iskazati osnovnim tehnološkim zahtevima koji obuhvataju:

- zaustavljanje radi registracije ulaska u sistem
- zaustavljanje radi prijema
- zaustavljanje radi smeštaja
- zaustavljanje radi snabdevanja
- zaustavljanje radi održavanja ispravnog tehničkog stanja
- zaustavljanje radi otpreme i
- zaustavljanje radi registracije izlaska iz sistema

U opisivanju zahteva transportnih sredstava potencirana je reč zaustavljanje da bi se istakla potreba obezbeđivanja odgovarajuće površine, što je predmet ove knjige. Ujedno, zaustavljanje predstavlja aktivnost koju čini transportno sredstvo pri ispostavljanju tehnoloških zahteva.

Složenost operativne površine može se posmatrati sa aspekta broja funkcija koje se na njoj mogu realizovati (sl. 2.3). Za operativne površine pod uobičajenim nazivima, analiza složenosti operativne površine prikazana je u tabeli 2.2.



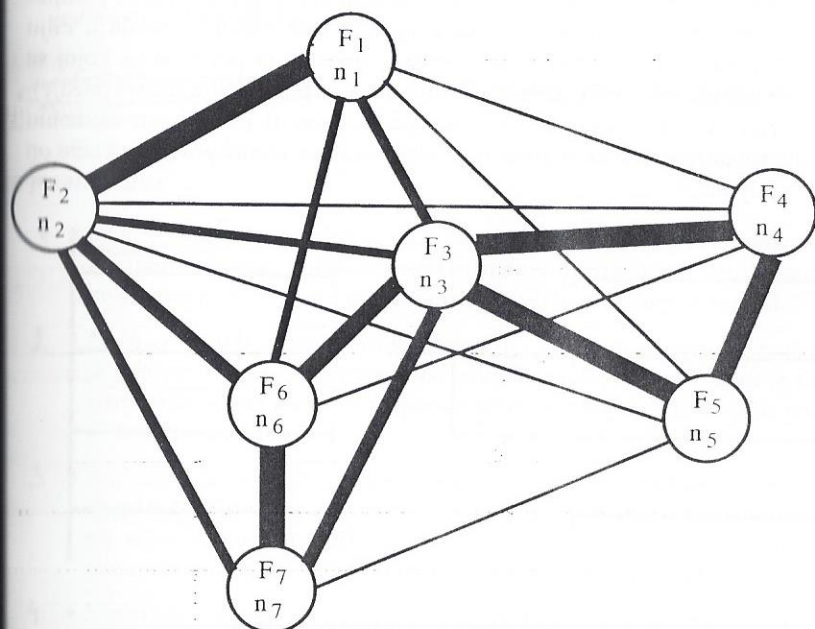
LEGENDA: TIP 1 - Autobusko stajalište, TIP 2 - Autobuska stanica, TIP 3 - Stanica za snabdevanje gorivom, TIP 4 - Parkiralište (parking garaža), TIP 5 - Servis za opravku i održavanje, TIP 6 - Autobaza, TIP 7 - Stajalište (rampa) za utovar ili istovar, TIP 8 - Robno-transportni centar, TIP 9 - Autobuska stanica sa autobazom (robno-transportni centar sa autobazom)

Sl. 2.3. Tehnološki proces na terminalima različitog stepena složenosti

Tabela 2.2. Složenost operativne površine

Korisnici	Uobičajeni nazivi terminala	Osnovne funkcije						
		F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆	F ₇
putnici	Stajalište za autobuse							
	Okretnica							
	Terminus							
	Autobuska stanica							
	"							
vozila	Parkiralište							
	Parking garaža							
	Parkiralište sa kontrolisanim ulaskom							
	Stanica za snabdevanje gorivom							
	"							
	Servis za opravku i održavanje							
	"							
	Autobaza							
	"							
	Autoteretna stanica							
roba	Rampe za utovar ili istovar							
	Robnotransportni centar (RTC)							
	"							
	"							
	"							

Usklađivanje specifičnosti tehnoloških zahteva koji se na osnovnoj funkciji realizuju, raspoloživog vremena za njihovu realizaciju i karakteristika opsluge na svakoj funkciji rezultira definisanjem tehnološkog procesa koji se na operativnoj površini odvija (sl. 2.3.) i šemom intenziteta tokova između osnovnih funkcija (sl. 2.4.)



Legenda: F₁-registracija ulaska, F₂-prijem, F₃-smeštaj, F₄-snabdevanje, F₅-tehničke intervencije, F₆-otprema, F₇-registracija izlaska, n_i-kapacitet funkcije

Sl. 2.4. Šema intenziteta tokova vozila između osnovnih funkcija operativne površine

3. Osnovni elementi operativne površine

Osnovne funkcije na operativnim površinama za svoju realizaciju traže odgovarajuće površine, koje se nazivaju elementima operativne površine. Elementi povezani u prostornu i funkcionalnu celinu čine organizovanu operativnu površinu kao tehnološki kompleks funkcija usmerenih ka realizaciji tehnoloških zahteva transportnih sredstava, putnika i robe.

Pod osnovnim elementom operativne površine podrazumeva se površina na kojoj se obavlja odgovarajuća osnovna funkcija, vezano za realizaciju svih tehnoloških zahteva iste grupe. U tabeli 2.3 prikazani su elementi operativne površine na kojima se mogu realizovati osnovne funkcije.

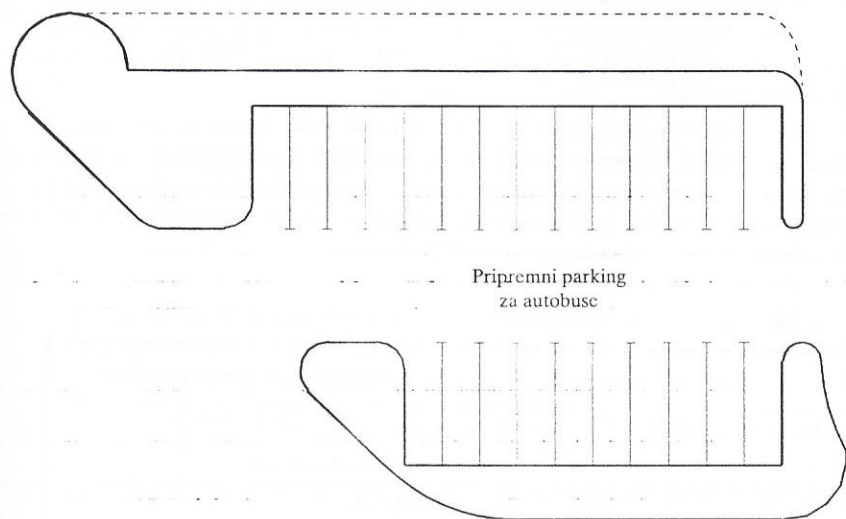
Element operativne površine sastoji se iz određenog broja jediničnih elemenata strukture na kojima se realizuje jedan zahtev transportnog sredstva vezan za određenu funkciju.

Kapacitet osnovnog elementa operativne površine izražava se brojem jediničnih elemenata strukture: broj parking mesta na parkiralištu, broj radnih mesta vozila u radionici za opravku i održavanje, broj istačkih mesta na stanici za snabdevanje gorivom, broj perona za dolazak autobusa, broj perona za odlazak autobusa, broj mesta za utovar-ili istovar i slično.

Tabela 2.3. Elementi operativne površine za realizaciju osnovnih funkcija

Osnovna funkcija		Element operativne površine
F ₁	Registracija ulaska	• ulaz • primopredajni punkt
F ₂	Prijem	• stajalište • okretnica • zona perona za dolazak • prijemni punkt • zona istovara robe
F ₃	Smeštaj	• parkiralište • parking garaža
F ₄	Snabdevanje	• stanica za snabdevanje gorivom
F ₅	Obavljanje tehničkih intervencija	• objekat za negu i kontrolu • objekat za održavanje
F ₆	Otprema	• stajalište • okretnica • zona perona za polazak • predajni punkt • zona za utovar robe
F ₇	Registracija izlaska	• izlaz • primopredajni punkt

Na sl. 2.5. prikazano je pripremno parkiralište za autobuse, na terminalu tipa autobuske stanice, kao jedan od osnovnih elemenata operativne površine.



Sl. 2.5. Osnovni element operativne površine autobuske stanice

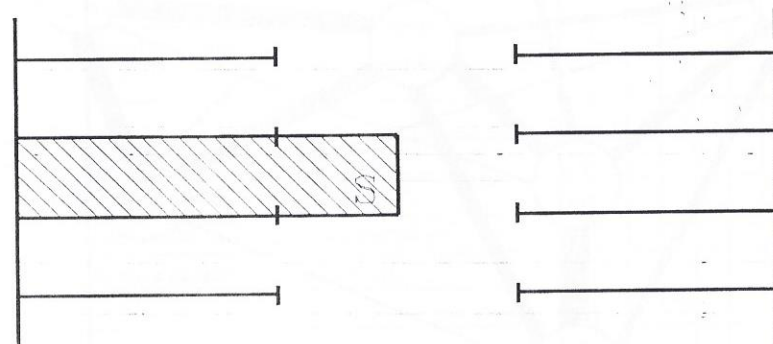
2.4. Jedinični element strukture operativne površine

Pod jediničnim elementom strukture operativne površine podrazumeva se mesto (površina) na kome se obavlja jedan tehnološki zahtev vezan za konkretnu osnovnu funkciju (jedno parking mesto, jedno radno mesto vozila - RMV, jedno istačkačko mesto i slično). Na sl. 2.6. prikazani su jedinični elementi strukture na osnovnom elementu parkirališta, na kome se realizuje smeštaj transportnih sredstava.

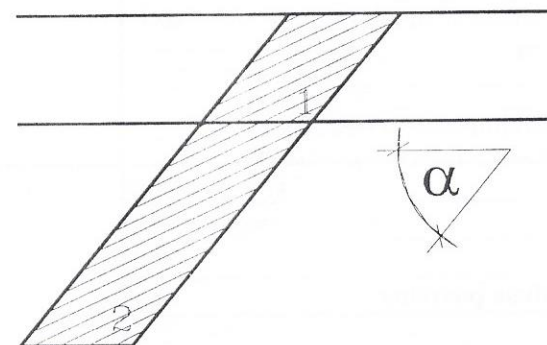
Površina koju zauzima jedinični element strukture (sl. 2.7) obuhvata:

- površinu na kojoj vozilo stoji za vreme za koje se realizuje konkretan tehnološki zahtev (u daljem tekstu deo površine jediničnog elementa na kome se realizuje tehnološki zahtev vozila, odnosno površina koja je cilj manevra)

- deo ukupne površine osnovnog elementa koji pripada jednom jediničnom elementu strukture, a namenjen je manevrisanju vozila u cilju ulaska, odnosno izlaska transportnog sredstva sa površine na kojoj se realizuje tehnološki zahtev (u daljem tekstu površina za manevrisanje). Koji deo površine za manevrisanje će pripasti jediničnom elementu strukture zavisi od organizacije elementa operativne površine kome on pripada.



Sl. 2.6. Jedinični elementi strukture parkirališta



Legenda:

- 1 - površina za manevrisanje koja pripada jediničnom elementu
- 2 - površina na kojoj se realizuje tehnološki zahtev
- α - ugao jediničnog elementa

Sl. 2.7. Jedinični element strukture

4.1. Osnovni tipovi jediničnih elemenata strukture

Jedinični element strukture određen je geometrijom (tipom) i površinom koju zauzima.

Geometrija, odnosno tip jediničnog elementa strukture opisuju se sledećim parametrima:

1. • Ugлом jediničnog elementa (α). Pod uglom jediničnog elementa podrazumeva se ugao koji zaklapa podužna-osa površine na kojoj se realizuje tehnološki zahtev i podužna osa površine za manevrisanje, sl. 2.7.
2. • Načinom ulaska transportnog sredstva na površinu na kojoj se realizuje tehnološki zahtev. Na površinu jediničnog elementa na kojoj se realizuje tehnološki zahtev transportno sredstvo može ući hodom unapred ili hodom unazad.
3. • Načinom izlaska transportnog sredstva sa površine na kojoj se realizuje tehnološki zahtev. Sa površine jediničnog elementa strukture na kojoj se realizuje tehnološki zahtev transportno sredstvo, bez obzira na način ulaska, može izaći hodom unapred ili hodom unazad.
4. • Stepenom složenosti manevra (SSM). Pod stepenom složenosti manevra podrazumeva se broj intervencija vozača na točak upravljača transportnog sredstva u procesu manevrisanja, pri ulasku odnosno izlasku sa površine na kojoj se realizuje tehnološki zahtev. Stepem složenosti manevra posledica je optimizacije načina kretanja u procesu manevrisanja. Optimizacija načina kretanja je indirektno definisanje putanje kretanja transportnog sredstva, u procesu manevrisanja, razložene na određen broj pravolinijskih i kružnih putanja i to po redosledu kojim se javljaju. Optimalnom se smatra tako razložena putanja kretanja koja za posledicu ima angažovanje minimalno potrebne površine jediničnog elementa.
5. • Prioritetom u korišćenju jediničnog elementa strukture od strane više transportnih sredstava. Jedan jedinični element strukture može biti projektovan tako da ga transportna sredstva koriste nezavisno ili zavisno u odnosu na ostale jedinične elemente. Kod jediničnih elemenata koji nose obeležje zavisan princip korišćenja je prvi prispeo prvi opslužen, odnosno izlazak transportnog sredstva je po redosledu ulaska. Za zavisno korišćene jedinične elemente strukture uobičajen je i način ulaska i način izlaska hodom unapred.

Razlikuje se sedam osnovnih tipova jediničnih elemenata strukture, sl. 2.8.

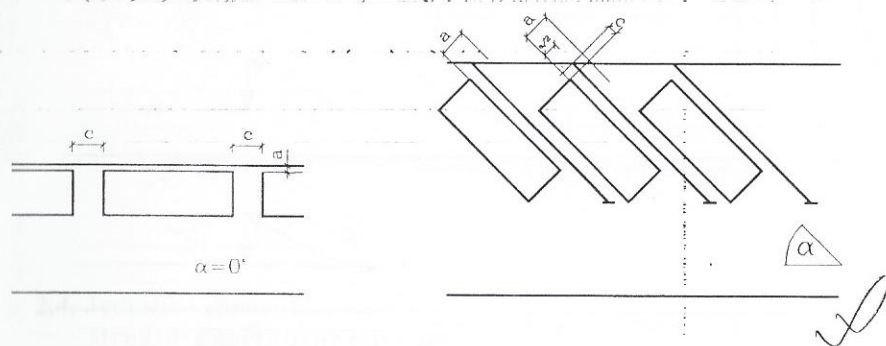
Tip	SSM	Ugao	Način		Prioritet	Geometrija
		α	Ulaska	Izlaska		
I	1 1	$\alpha = 0^\circ$	unapred	unapred	izlazak po redosledu dolaska	
II	n 3 2 3	$\alpha = 0^\circ$ $\alpha > 90^\circ$	unapred unapred	unapred unapred	nezavisno nezavisno	
III	3 3	$\alpha = 0^\circ$	unazad	unapred	nezavisno	
IV	2 2	$0^\circ < \alpha \leq 90^\circ$	unapred	unazad	nezavisno	
V	2 2	$0^\circ < \alpha \leq 90^\circ$	unazad	unapred	nezavisno	
VI	2 2	$0^\circ < \alpha \leq 90^\circ$	unapred	unapred	nezavisno	
VII	≥ 3	$0^\circ < \alpha \leq 90^\circ$	unazad unapred (sa dodatnim manevrom)	unapred unazad	nezavisno nezavisno	

Sl. 2.8. Osnovni tipovi jediničnih elemenata strukture

Koji će tip jediničnog elementa strukture biti izabran za realizaciju konkretne osnovne funkcije zavisi od tipa transportnog sredstva merodavnog za dimenzionisanje (solo vozilo, transportni sastav određenog tipa) kao i od kriterijuma za tehnološko projektovanje operativne površine, posebno od onih kriterijuma kojima se definiše:

- mikrolokacija elementa operativne površine
- karakter opsluživanja na određenoj funkciji

Neke osnovne funkcije (na primer smeštaj, odnosno parkiranje) mogu se realizovati sa više tipova jediničnih elemenata. Konačan izbor tipa za realizaciju ovih funkcija, pod uslovom da su zadovoljeni svi tehnološki zahtevi koje nameće sama funkcija, vrši se po kriterijumu najboljeg iskorišćenja površine za realizaciju elementa na kome se obavlja konkretna funkcija. Veza tipa jediničnog elementa strukture i osnovne funkcije operativne površine biće detaljno razmatrana u tački 5.3.



Sl. 2.9. Prostorna ograničenja u površini jediničnog elementa

U okviru svakog tipa jediničnog elementa strukture mogu se pojaviti razlike u površini, takođe kao posledica tehnoloških zahteva svake funkcije. Tehnološki zahtevi, sa aspekta dimenzionisanja jediničnog elementa strukture odnose se na zahteve koji se prevode u prostorna ograničenja u površini jediničnog elementa. Ovim zahtevima obuhvaćeni su i oni zahtevi putnika ili robe, vezano za dimenzionisanje jediničnih elemenata, koji su za svoju realizaciju vezani za transportno sredstvo (na primer širina prostora oko autobusa potrebna za ukrcajanje i iskrcavanje putnika i prtljaga, ili širina prostora oko vozila za utovar i istovar robe i slično). Prostorna ograničenja u površini jediničnog elementa definisana su:

- uglom jediničnog elementa strukture, sl. 2.9.

- bočnim razmakom između vozila koja stoje na susednim jediničnim elementima na kojima se jednovremeno realizuju tehnološki zahtevi ili kroz bočni razmak između vozila koje stoje na jediničnom elementu i nekog prostornog ograničenja (stub, zid, ivičnjak i slično). Ovaj razmak (sl. 2.9.) se označava oznakom "a".
- čeonim razmakom između dva vozila koja stoje jedno iza drugog i na kojima se jednovremeno realizuju tehnološki zahtevi ili kroz čeonu razmak između vozila i nekog prostornog ograničenja (stub, zid, ivičnjak i slično). Ovaj razmak (sl. 2.9.) se označava oznakom "c".
- visinom jediničnog elementa.

Vrednosti svih navedenih parametara mogu biti zadate, kao ograničenja, ili ulazni podaci pri projektovanju konkretnog elementa operativne površine. Po hijerarhiji njih zadaje viši sistem terminala. Ukoliko nema zahteva višeg sistema, navedene vrednosti se usvajaju kao vrednosti kojima je obezbeđena funkcija jediničnog elementa. To konkretno podrazumeva:

- ugao jediničnog elementa koji daje najbolje iskorišćenje površine za realizaciju čitavog elementa operativne površine,
- bočni razmak između vozila koji omogućava izlazak vozača i suvozača iz vozila, odnosno rastojanje između vozila i bočnog prostornog ograničenja (bočne prepreke) i
- bezbedno rastojanje između vozila i čeonog prostornog ograničenja (čeoone prepreke).

Navedena rastojanja prikazana su u tabeli 2.4.

Tabela 2.4. Zaštitna rastojanja između vozila

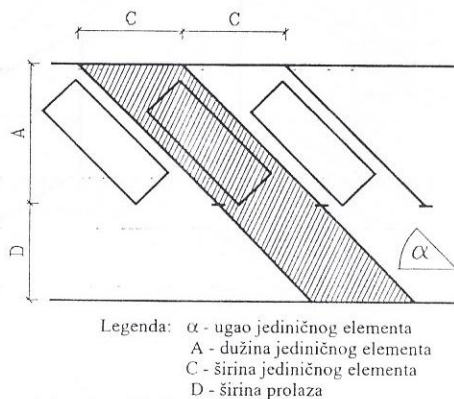
Vrsta ograničenja	putnička vozila	teretna vozila	autobusi
između bočnih strana vozila: a [m.]	0.5	1.0	1.0
između čeoone strane voz. i ivice jed.el.: c [m]	0.2	0.5	0.5

Visina jediničnog elementa bitna je kao ograničenje pri izboru mikrolokacije određenog elementa strukture na kome se realizuje funkcija koja treba da angažuje tačno definisanu visinu prostora (na primer nadstrešnica, radno mesto vozila u radionici za opravku i održavanje i slično).

Površina jediničnog elementa strukture

Površinu jediničnog elementa strukture, bez obzira na tip, određuje (sl. 2.10):

- ugao jediničnog elementa, α ,
- širina jediničnog elementa, C ,
- dužina dela jediničnog elementa na kome se realizuje tehnološki zahtev, A ,
- širina prolaza potrebna za ulazak, odnosno izlazak sa dela jediničnog elementa na kome se realizuje tehnološki zahtev, D .



Sl. 2.10. Parametri površine jediničnog elementa

Ugao jediničnog elementa predstavlja, kao što je navedeno, ugao koji čine podužne ose dela površine jediničnog elementa na kome se realizuje tehnološki zahtev i dela površine za manevrisanje. Analiza mogućih tipova jediničnih elemenata (sl. 2.8.) pokazuje da se u okviru pojedinih tipova može takođe izabrati i ugao (za tipove II, IV, V, VI i VII). Izbor ugla, u okviru istog tipa, nikada nije zadat kao tehnološki zahtev funkcije zavisi od:

- tipa transportnog sredstva (solo vozila, transportni sastavi određenog tipa). Solo vozila, izuzev džugačkih vozila, nemaju posebne zahteve kada je reč o uglu jediničnih elemenata. Kod jediničnih elemenata za transportne sastave, zbog dužine i specifičnosti konstrukcije, treba izbegavati velike uglove (oko 90°).
- raspoloživog prostora za realizaciju određenog broja jediničnih elemenata koji čine kapacitet konkretnog osnovnog elementa operativne površine (na primer od oblika i veličine raspoloživog prostora za realizaciju parkirališta određenog broja parking mesta).

- ostalih ograničenja u raspoloživom prostoru (na primer od zahteva ili kriterijuma kojima se definiše odnos elementa površine sa elementima površine drugih kategorija korisnika, putnika ili robe).

Širina jediničnog elementa zavisi od:

- širine vozila merodavnog za dimenzionisanje (B)
- tehnoloških karakteristika opsluživanja vozila pri zadovoljavanju njegovih tehnoloških zahteva (a).
- ugla jediničnog elementa (α)

Dužina dela jediničnog elementa strukture na kome se realizuje tehnološki zahtev zavisi od:

- dužine vozila merodavnog za dimenzionisanje (L)
- tehnoloških karakteristika opsluživanja vozila pri zadovoljavanju njegovih tehnoloških zahteva (c).
- ugla jediničnog elementa

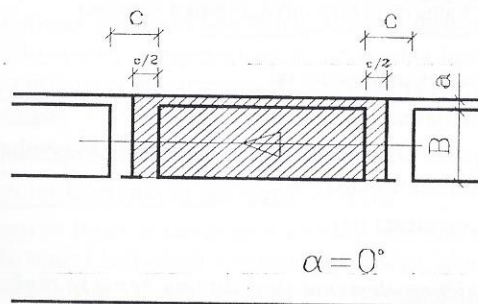
Širina prolaza potrebna za ulazak, odnosno izlazak sa dela jediničnog elementa na kome se realizuje tehnološki zahtev zavisi od:

- izmeritelja manevarskih sposobnosti vozila merodavnog za dimenzionisanje
- ugla jediničnog elementa
- načina ulaska na deo jediničnog elementa na kome se realizuje tehnološki zahtev
- tehnoloških karakteristika opsluživanja vozila pri zadovoljavanju njegovih tehnoloških zahteva (prostornih ograničenja u površini za manevrisanje)
- ostalih specifičnih uslova (trajnost realizacije zahteva i slično)

Površina jediničnog elementa strukture definiše se u zavisnosti od organizacije elementa operativne površine kome pripadaju.

Površina jediničnog elementa strukture tipa I, zbog specifičnosti obeležja, obuhvata samo površinu na kojoj se realizuje tehnološki zahtev, sl. 2.7, formula 2.1.

$$S = (B + a)(L + c) \left[\frac{\text{m}^2}{\text{voz}} \right] \quad (2.1)$$



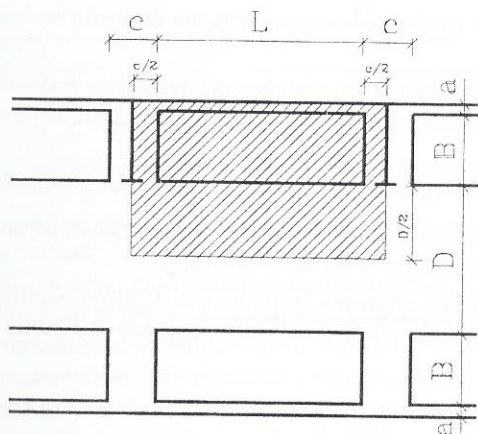
Sl. 2.11. Površina jediničnog elementa strukture tipa I

Za ostale tipove jediničnih elemenata moguća su tri karakteristična slučaja:

1. Ukoliko jedna površina za manevrisanje opslužuje dva reda površina koje su cilj manevra:

- tipovi jediničnih elemenata sa obeležjem $\alpha = 0^\circ$ (tipovi II i III), sl. 2.12.

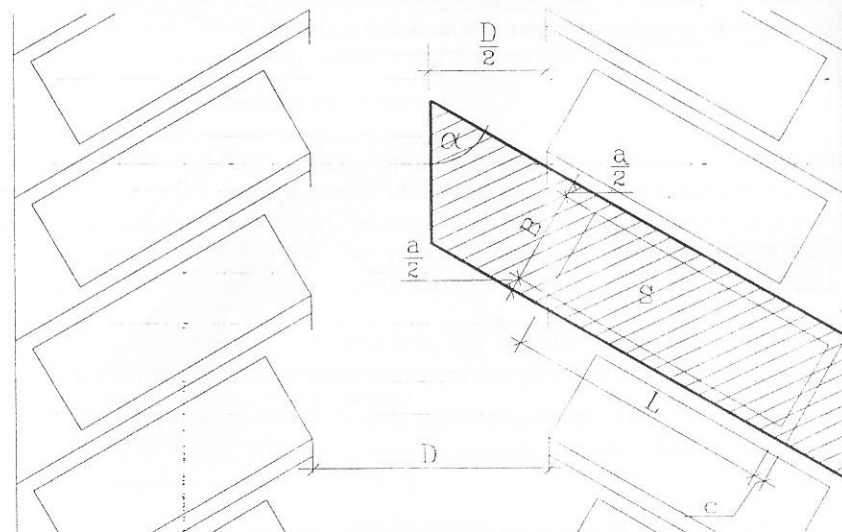
$$S = \left(B + a + \frac{D}{2} \right) (L + c) \left[\frac{\text{m}^2}{\text{voz}} \right] \quad (2.2)$$



Sl. 2.12. Površina jediničnog elementa strukture tipa II i III (jedna površina za manevrisanje opslužuje dva reda površina za realizaciju zahteva)

- tipovi jediničnih elemenata sa obeležjem $0^\circ < \alpha \leq 90^\circ$ (tipovi jediničnih elemenata IV, V, VI i VII), sl. 2.13.

$$S = (B + a) \cdot \left[L + c + (B + a) \cot \alpha + \frac{D}{2 \sin \alpha} \right] \left[\frac{\text{m}^2}{\text{voz}} \right] \quad (2.3)$$



Sl. 2.13. Površina jediničnog elementa - jedan prolaz opslužuje dva reda površina na kojima se realizuju tehnološki zahtevi

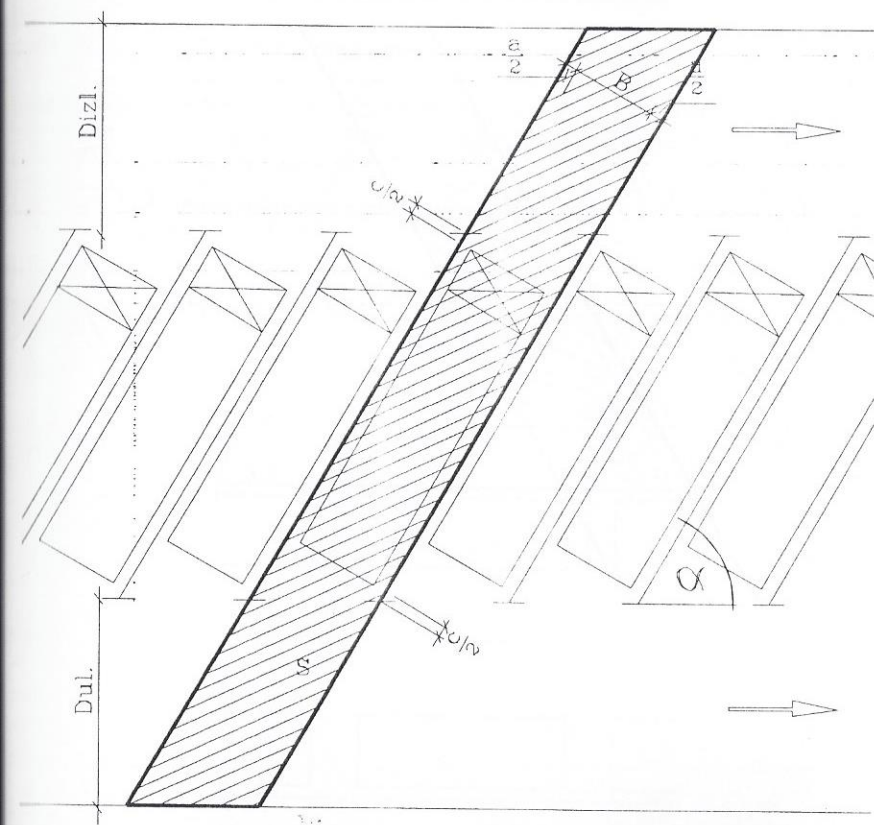
2. Ukoliko jedna površina za manevrisanje opslužuje jedan red površina koje su cilj manevra (sl. 2.14 i 2.15) ili ukoliko se radi o elementu operative površine sa više redova površina koje su cilj manevra na koje se i ulazi i izlazi hodom unapred, sl. 2.16 (na primer parkiralište transportnih sastava sa više lamela, u slučaju kada je širina prolaza za ulazak na parking mesto jednaka širini prolaza za izlazak sa parking mesta).

- tipovi jediničnih elemenata sa obeležjem $\alpha = 0^\circ$ (tipovi II i III).

$$S = (B + a + D)(L + c) \left[\frac{\text{m}^2}{\text{voz}} \right] \quad (2.4)$$

3. Ukoliko jedan red površina na kojima se realizuju tehnološki zahtevi opslužuju dva prolaza (na primer slučaj parkirališta transportnih sastava sa jednim redom parking mesta, stanice za snabdevanje gorivom sa više prolaznih istačkih mesta i slično), sl. 2.17. Ovaj slučaj karakterističan je samo za jedinične elemente sa obeležjem $0^\circ < \alpha \leq 90^\circ$. Njegova površina računa se po formuli:

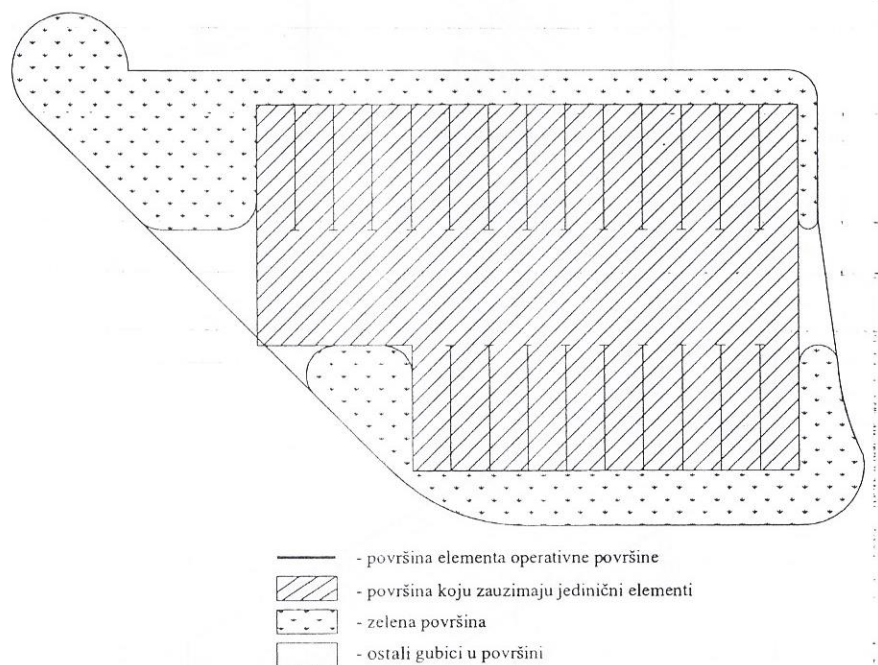
$$S = (B + a) \cdot \left[L + c + (B + a) \cot g\alpha + \frac{D_{ul} + D_{izl}}{\sin \alpha} \right] \left[\frac{\text{m}^2}{\text{voz}} \right] \quad (2.6)$$



Sl. 2.17. Površina jediničnog elementa: jedan red površina na kojima se realizuju tehnološki zahtevi opslužuje dva prolaza

Često se i kod ovog slučaja izjednačavaju širine prolaza (usvaja se veća) za ulazak i izlazak. Ovo je slučaj naročito ukoliko se radi o projektovanju parkirališta transportnih sastava da bi se omogućila promena tehnologije kretanja (smerovi kretanja u prolazima) ukoliko se za tim javi potreba. U takvim slučajevima površina jednog parking mesta računa se po formuli:

$$S = (B + a) \cdot \left[L + c + (B + a) \cot g\alpha + \frac{2D_{izl}}{\sin \alpha} \right] \left[\frac{\text{m}^2}{\text{voz}} \right] \quad (2.7)$$



Sl. 2.18. Odnos površine elementa i površine koju zauzimaju jedinični elementi strukture

Površina jediničnog elementa strukture posmatra se, na način kako je prikazano, da bi se omogućila analiza uticaja parametara na njenu veličinu (dimenzija i manevarskih sposobnosti vozila, ugla, zaštitnih rastojanja i svih parametara koji figurišu pri izračunavanju širine prolaza D). Svakako da veličina površine jediničnog elementa govori i o stepenu iskorišćenosti raspoložive površine za realizaciju posmatranog elementa operativne površine. Međutim ona u sebi ne sadrži površine koje su zbog organizacije konkretnog elementa neophodne, a

odnose se na takozvane vezne elemente koji služe samo za kretanje vozila kroz operativnu površinu kao i na ostale gubitke u operativnoj površini koji su posledica oblika i veličine raspoloživog prostora. Te površine se (u konkretnom idejno-tehnološkom rešenju operativne površine) pojavljuju najčešće kao komunikacije (prolazi) ili kao zelene površine, sl. 2.18. Iz tog razloga, ako se radi o poređenju dva idejno-tehnološka rešenja nekog elementa operativne površine, potrebno je, pored površine jediničnog elementa izračunati i specifičnu površinu elementa (na primer parkirališta) kao:

$$s = \frac{P}{N} \left[\frac{\text{m}^2}{\text{JES}} \right]; \quad \text{gde je:}$$

s - specifična površina elementa operativne površine

P - ukupna površina prostora za realizaciju elementa

N - broj jediničnih elemenata strukture

3. Manevrisanje

Osnovni princip pri tehnološkom projektovanju operativne površine je da se ona dimenzioniše samo onoliko koliko je minimalno potrebno za normalno odvijanje tehnološkog procesa na njoj. Najveći deo operativne površine čine jedinični elementi strukture na kojima se realizuju transportno-tehnološki zahtevi transportnih sredstava. To znači da i jedinični elementi strukture operativne površine treba da se dimenzionišu samo onoliko koliko je minimalno potrebno da se transportna sredstva postave na deo jediničnog elementa na kome se zadovoljava pripadajući transportno-tehnološki zahtev, poštujući postavljene kriterijume i prostorna ograničenja. To se može postići ako se uslovi da se transportna sredstva pri ulasku, odnosno izlasku sa jediničnog elementa strukture kreću načinom kretanja koji je poznat kao manevrisanje [4].

3.1. Manevrisanje P → kao specijalan način kretanja

Manevrisanje se definiše kao specijalan način kretanja transportnih sredstava koji za posledicu ima putanju kretanja koja je kombinacija isključivo pravolinijskih i kružnih putanja. Pri takvom kretanju mora biti angažovana minimalno moguća površina za realizaciju cilja manevra. Da bi vozilo realizovalo takvu putanju kretanja trebalo bi da bude ispunjeno sledeće:

- brzina kretanja transportnog sredstva pri manevru mora biti minimalno moguća i konstantna (3 do 8 km/h),
- ugao skretanja upravljačkih točkova transportno sredstvo treba da postigne dok se nalazi u stanju mirovanja (u mestu),
- u delu kružnog manevra ugao skretanja upravljačkih točkova treba da bude konstantan i to:

- za solo vozilo maksimalno mogući
- za transportne sastave optimalan

Veličina ugla skretanja upravljačkih točkova (u delu kružnog manevra) posledica je zahteva da angažovana površina pri manevru bude dimenzionisana samo onoliko koliko je minimalno potrebno da se realizuje cilj manevra, odnosno da se vozilo postavi na deo jediničnog elementa strukture na kome se realizuje tehnološki zahtev.

Broj pravolinijskih i kružnih putanja kao i njihov redosled, pri realizaciji jednog cilja manevra, određuje se optimizacijom načina kretanja u procesu manevra.

Manevrisanje je, znači, teoretski način kretanja koji je uveden u razmatranje iz dva razloga. Prvi i osnovni razlog je mogućnost teoretskog opisivanja ovakvog načina kretanja (realno kretanje je krivolinijsko i nepodesno za analitičko opisivanje i korišćenje), radi definisanja metoda za dimenzionisanje jediničnih elemenata strukture. Prevođenje teoretske putanje kretanja transportnog sredstva, odnosno teoretski potrebne površine za manevr u realnu, obavlja se po posebnoj metodologiji (tačka 4.2 i 5.2). Drugi razlog je, kao što je već navedeno, što se takvim načinom kretanja postižu najmanje potrebne površine jediničnog elementa strukture, pa samim tim i čitave operativne površine, u odnosu na druge načine kretanja.

Manevr se opisuje:

- načinom kretanja u procesu manevrisanja
- stepenom složenosti manevra

Kada se govori o načinu kretanja misli se na način na koji vozilo ulazi na deo jediničnog elementa strukture na kome se realizuje tehnološki zahtev (na primer način ulaska na parking mesto, na mesto za opravku i održavanje vozila i slično). Prema načinu kretanja razlikujemo:

- manevr hodom unapred,
- manevr hodom unazad,
- kombinovani, odnosno dodatni manevr (slučajevi kada je deo ukupnog procesa manevrisanja, kružni manevr, ograničen).

Način kretanja zavisi od tehnoloških karakteristika opsluživanja na jediničnom elementu strukture, kriterijuma za dimenzionisanje jediničnih elemenata i od prostornih ograničenja u površini za manevrisanje, o čemu će biti više reči u

narednim poglavljima. Na primer, kod dimenzionisanja jediničnog elementa strukture tipa parking mesta, jedan od kriterijuma može biti da sva vozila na parking mesta ulaze hodom unazad, odnosno da parking mesto mogu napustiti hodom unapred. Ovo se uglavnom odnosi na parkiranje vozila hitne pomoći, vatrogasaca i slično.

Stepen složenosti manevra, predstavlja broj komandnih intervencija vozača na točak upravljača (pravo, kružno). Različite svrhe manevra mogu imati isti stepen složenosti. Razlika u manevru za isti stepen složenosti će se pojaviti u optimalnom izboru dužine pravolinijskog hoda i ugla koji će karakterisati optimalnu dužinu kružnog manevra, radi dobijanja minimalno potrebne površine. Najniži (nulti) stepen složenosti manevra ima kružni manevr u prostoru bez fizičkih ograničenja. Prvi stepen složenosti imaju manevri koji za posledicu imaju putanju kretanja koja se sastoji iz jedne pravolinijske i jedne kružne putanje kretanja, pri čemu je kružni deo putanje neograničen. Više stepene složenosti imaju manevri koji su kombinacija više kružnih i pravolinijskih manevra. Očigledno je da je manevr pogodniji za vozača ukoliko ima niži stepen složenosti.

Stepen složenosti manevra takode zavisi od kriterijuma za dimenzionisanje jediničnih elemenata strukture i od prostornih ograničenja u površini za manevrisanje, o čemu će biti više reči u narednim poglavljima. Na primer, pri realizaciji funkcije smeštaj transportnih sastava tipa vučno vozilo sa prikolicom, stepen složenosti manevra mora biti što niži.

Ako nema unapred postavljenih kriterijuma vezanih za način kretanja i stepen složenosti manevra, onda se oni određuje iz uslova da se minimizira površina jediničnog elementa strukture za konkretna prostorna ograničenja.

3.2. Izmeritelji manevarskih sposobnosti transportnih sredstava

Transportno sredstvo je složen tehnički sistem čije je osobine moguće oceniti jedino preko niza tehničko-eksploatacionih svojstava.

Prohodnost transportnog sredstva kao jedno od osnovnih tehničko-eksploatacionih svojstava definiše sposobnost transportnog sredstva da se kreće po lošim putevima, besputnim terenima i ravnim, ograničenim površinama.

Deo prohodnosti koji se odnosi na horizontalnu prohodnost, odnosno sposobnost kretanja na ograničenim, ravnim površinama određenog oblika i dimenzija, iskazuje se manevarskim sposobnostima transportnog sredstva.

Transportna sredstva kao tehnički sistemi imaju ograničene manevarske sposobnosti. One zavise od osnovnih parametara konstrukcije, osobenosti radnih procesa u njegovim agregatima i njihovog tehničkog stanja. Za konstantne vrednosti gabarita posledica su svojstava upravljačkog sistema.

Izmeritelji kojima se opisuju manevarske sposobnosti transportnih sredstava kao tehničkih sistema obuhvataju:

- parametre gabarita, odnosno dimenzije,
- radijuse horizontalne prohodnosti, odnosno gabaritne linije kretanja transportnog sastava, ili konkretnije, putanje kretanja kritičnih tačaka transportnog sredstva.

Proizvođač transportnog sredstva daje u prospektu o transportnom sredstvu parametre gabarita, a za soló odnosno vučno vozilo i radijus horizontalne prohodnosti. To su, kada je o radijusu horizontalne prohodnosti reč, maksimalne manevarske sposobnosti transportnog sredstva ili manevarske sposobnosti transportnog sredstva kao tehničkog sistema. Kraće, nazivaju se deklarisanе vrednosti. Kao takve, deklarisanе vrednosti izmeritelja se realizuju u specijalnim uslovima eksploatacije koji podrazumevaju način kretanja (manevarisanje), neograničen, ravan prostor i podešeno, odnosno nominalno tehničko stanje transportnog sredstva.

Medutim, samo u prostoru bez fizičkih ograničenja realizacija cilja manevra zavisi od izlaznih karakteristika transportnog sredstva kao tehničkog sistema. Znači da samo tada transportno sredstvo realizuje maksimalne manevarske sposobnosti. Pri manevru u prostoru u kome postoje ograničenja, prepreke (parkirano vozilo, stub, zid, ivičnjak, kanal i slično), što je najčešći slučaj, transportno sredstvo prerasta u tzv. sistem: mašina, čovek, okruženje (MČO). Pri tome se faktor čovek javlja kao vrlo značajan uticaj na konkretne, realne vrednosti izmeritelja manevarskih sposobnosti celog sistema MČO.

Izmeritelji manevarskih sposobnosti transportnih sredstava treba, znači, da obuhvataju:

- izmeritelje manevarskih sposobnosti transportnih sredstava kao tehničkih sistema
- izmeritelje koji kvantifikuju sposobnost vozača da u konkretnim prostornim ograničenjima iskoristi manevarske sposobnosti transportnog sredstva kao tehničkog sistema, odnosno njegove maksimalne manevarske sposobnosti.

Znači, manevarske sposobnosti transportnih sredstava ocenjuju se sledećim izmeriteljima:

- parametrima gabarita,

- radijusima horizontalne prohodnosti, odnosno putanjama kretanja kritičnih tačaka transportnog sredstva pri manevru u konkretnim prostornim ograničenjima,
- parametrima koji kvantifikuju uticaj sposobnosti vozača da u konkretnim prostornim ograničenjima iskoristi manevarske sposobnosti transportnog sredstva kao tehničkog sistema.

Pri definisanju vrednosti izmeritelja manevarskih sposobnosti transportnih sredstava treba stalno imati u vidu da se pod merodavnim vrednostima podrazumevaju one koje, pri manevru u konkretnim prostornim ograničenjima, za posledicu imaju angažovanje minimalno potrebne površine.

4. Dimenzionisanje jediničnih elemenata strukture solo vozila

4.1. Izmeritelji manevarskih sposobnosti solo vozila

4.1.1. Parametri gabarita

Transportno sredstvo se posmatra kao pravougaonik. Širina i dužina merena od najjisturenijih tačaka na prednjem, zadnjem, odnosno bočnom delu vozila, slika 4.1 :

B – širina

b_1 – rastojanje između osa točkova na prednjoj osovini vozila, trag prednjih točkova

b_2 – rastojanje između osa točkova na zadnjoj osovini vozila, trag zadnjih točkova

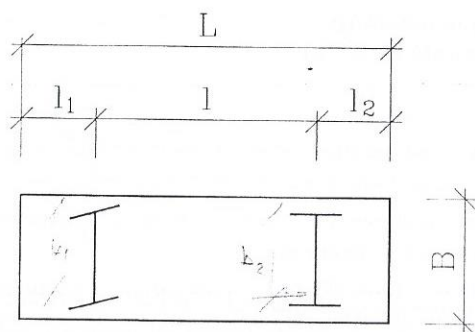
L – ukupna dužina

l_1 – prednji prepust (rastojanje od prednjeg kraja vozila do prednje osovine vozila)

l – razmak osovina

l_2 – zadnji prepust (rastojanje od zadnjeg kraja vozila do zadnje osovine vozila)

H – visina vozila



Sl. 4.1. Merodavne dimenzije vozila

Važećim zakonom o bezbednosti saobraćaja regulisano je da u javnom saobraćaju motornih vozila ne mogu učestvovati vozila duža od 12.00 m. i šira od 2.50 m.

4.1.2. Radijusi horizontalne prohodnosti

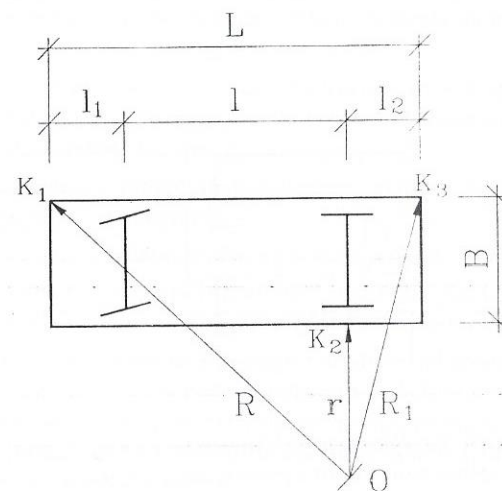
Osobenost konstrukcije ovog tipa transportnih sredstava za posledicu ima da se kružno kretanje obavlja tako što postoji centar okretanja, zajednički za sve tačke na vozilu. Centar okretanja vozila nalazi se u produžetku njegove zadnje osovine. Za dimenzionisanje prostora za manevar bitni su radijusi onih tačaka koje su potencijalne kritične tačke pri manevru (tačke K_1, K_2, K_3 , sl. 4.2), odnosno one tačke kojima vozilo može da udari u prostornu prepreku ukoliko prostor za manevar nije adekvatno dimenzionisan. To su sledeći karakteristični radijusi:

- R – spoljni gabaritni radijus okretanja, poluprečnik tačke K_1 , najudaljenije tačke od centra okretanja
- r – unutrašnji gabaritni radijus okretanja, poluprečnik tačke K_2 , tačke najbliže centru okretanja
- R_1 – zadnji gabaritni radijus okretanja, poluprečnik tačke K_3 , najudaljenije tačke od centra na zadnjem kraju vozila.

Vrednost spoljnog gabaritnog okretanja vozila (R) daje proizvođač vozila, u prospektu o vozilu. Za poznatu vrednost spoljnog gabaritnog radijusa okretanja i dimenzija vozila mogu se, na jednostavan način, izračunati i vrednosti ostalih karakterističnih radijusa:

$$r = \sqrt{R^2 - (L - l_2)^2} - B \quad (4.1)$$

$$R_1 = \sqrt{(r + B)^2 + l_2^2} \quad (4.2)$$



Sl. 4.2. Radijusi horizontalne prohodnosti vozila

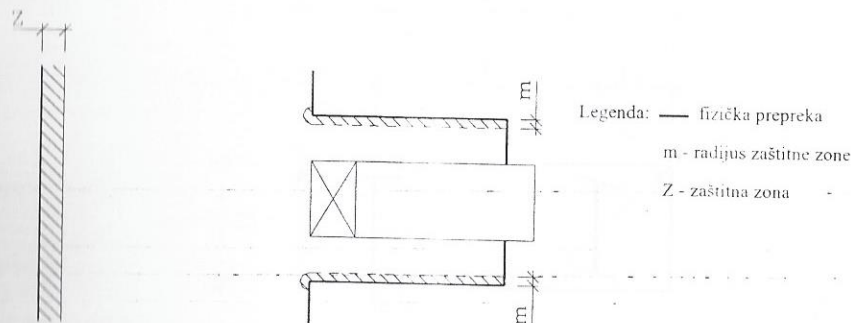
Ukoliko se pokaže, u procesu manevrisanja, da je merodavna neka druga tačka na vozilu, koja nije obuhvaćena karakterističnim radijusima, njen radijus se takode može jednostavno odrediti.

Važećim zakonom o bezbednosti saobraćaja regulisano je da u javnom saobraćaju motornih vozila ne mogu učestvovati vozila čiji je minimalni spoljni gabaritni radijus okretanja veći od 12.00 m.

4.1.3. Parametri koji kvantifikuju uticaj sposobnosti vozača

Vozači, pri ulasku i izlasku sa dela jediničnog elementa strukture na koje se realizuje tehnološki zahtev vozila, približavaju se vozilom, odnosno njegovim kritičnim tačkama, susednim vozilima ili nekoj fizičkoj prepreci samo do određenog rastojanja. Time oni povećavaju teoretsku širinu prostora potrebnu za ulazak, odnosno izlazak vozila sa tog dela jediničnog elementa, ali osiguravaju bezbedan manevar. Odstupanje realne širine tog prostora u odnosu na teoretsku zavisi, upravo, od sposobnosti vozača da se kritičnim tačkama vozila približi što

više susednim vozilima ili fizičkoj prepreci, a da manevar i dalje bude apsolutno bezbedan. Kod solo vozila uticaj sposobnosti vozača uzima se preko dva parametra, sl. 4.3.:



Sl. 4.3. Parametri koji kvantifikuju uticaj sposobnosti vozača u procesu manevrisanja

- m – radijus zaštitne zone, kvantifikuje odnos vozača prema bočnom prostornom ograničenju
 Z – zaštitna zona, kvantifikuje odnos vozača prema čeonom prostornom ograničenju

Vrednosti navedenih parametara biraju se u zavisnosti od dužine vozila, tabela 4.1.

Tabela 4.1. Vrednosti parametara koji kvantifikuju uticaj sposobnosti vozača

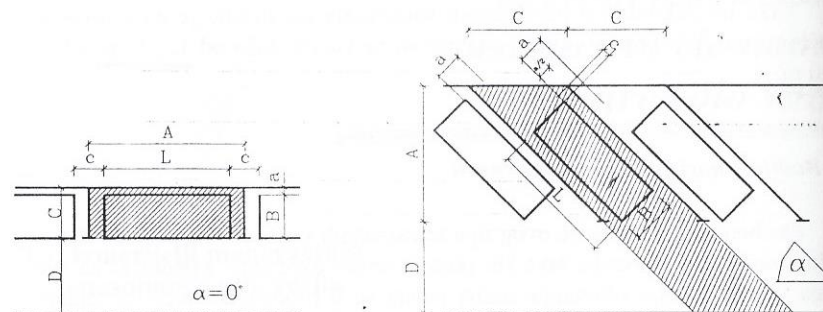
Dužina vozila L [m.]	m [m.]	Z [m.]
< 5.00	0.20	0.50
≥ 5.00	0.30	0.80

Sasvim konkretno, vrednosti navedenih parametara definišu dozvoljena rastojanja transportnog sredstva u odnosu na bočno i čeonu prostorno ograničenje pri manevru. Na primer, ukoliko se radi o dimenzionisanju jediničnog elementa strukture tipa parking mesta, mora se uzeti u obzir da se transportno sredstvo ne sme u procesu manevrisanja približiti susednom parkiranoj vozilu na rastojanje manje od " m ", susednoj lameli parkiranih vozila, odnosno bilo kojoj fizičkoj prepreci na rastojanje manje od " Z ".

4.2. Metoda za dimenzionisanje jediničnih elemenata strukture

Dimenzionisanje jediničnih elemenata strukture radi se za svaki tip jediničnog elementa. Da bi se izvršilo dimenzionisanje potrebno je:

- utvrditi gabaritne dimenzije i radijuse horizontalne prohodnosti vozila merodavnog za dimenzionisanje.
- definisati zahteve funkcije za koju se jedinični element dimenzioniše (a , c). Vrednosti izmeritelja a i c , kao što je navedeno (tačka 2.4.) posledica su specifičnosti tehnoloških zahteva koji se na njima realizuju, a slede iz opisa samih funkcija (tačka 2.2.).



Sl. 4.4. Površina jediničnog elementa

Problem dimenzionisanja najčešće se svodi na, slika 4.4.:

- **dimenzionisanje širine jediničnog elementa, C** , Za tipove jediničnih elemenata I, II i III širina zavisi od širine vozila merodavnog za dimenzionisanje (B) i zahteva konkretne funkcije za rastojanjem između bočnih strana vozila i fizičke prepreke, odnosno parametra " a ", formula 4.3. Ukoliko ne postoji zahtev konkretne funkcije za ovim rastojanjem tada se za bočno rastojanje usvaja ona vrednost koja omogućava bezbedno postavljanje vozila na deo jediničnog elementa na kome se realizuje tehnološki zahtev i bezbedan ulazak i izlazak vozača i suvozača iz vozila. (tabela 2.4.).

$$C = B + a \quad [\text{m}] \quad (4.3)$$

Za ostale tipove jediničnih elemenata širini svakog jediničnog elementa pripada polovina bočnog razmaka između vozila koja stoje jedno do drugog ($B+a$). Pored navedenih parametara širina zavisi i od ugla jediničnog elementa α . Pri projektovanju određenog broja jediničnih elemenata strukture na raspoloživoj dužini fronta, važan podatak kod izbora i tipa i ugla jediničnog elementa u okviru jednog tipa je projekcija širine ($B+a$) na pravu p , sl. 4.4. Ovako definisana širina označava se sa C i računa po formuli 4.4.

$$C = \frac{B+a}{\sin \alpha} \quad [\text{m}] \quad (4.4)$$

- **Dimenzionisanje dužine dela jediničnog elementa strukture na kome se realizuje tehnološki zahtev, A.** Za tip I, II i III dužina zavisi od dužine vozila merodavnog za dimenzionisanje i zahteva konkretne funkcije sa rastojanjem između čeonih strana vozila koja stoje jedno iza drugog (fizičke prepreke), odnosno parametra c , formula 4.5. Za tip I rastojanje c uzima se kao rastojanje kojim je osigurana bezbednost vozila pri stajanju na jediničnom elementu. Za tipove II i III rastojanje c može biti posledica zahteva za nezavisnom pristupačnosti svakom pojedinačnom elementu, ako nema zahteva same funkcije. O načinu određivanja ovog rastojanja biće reči kada se bude govorilo o dimenzionisanju površine jediničnog elementa tipa II i III. Za ostale tipove jediničnih elemenata, dužina jediničnog elementa, za poznate vrednosti dužine vozila (L) i širine (B) vozila merodavnog za dimenzionisanje zavisi od ugla jediničnog elementa (α) i zahteva konkretne funkcije za rastojanjem između čeonih strana vozila i fizičke prepreke, odnosno parametra c , formula 4.6. Ukoliko ne postoji zahtev funkcije za ovim rastojanjem usvaja se vrednost data u tabeli 2.4.

$$A = L + c \quad [\text{m}] \quad (4.5)$$

$$A = [L + c + (B+a)\cot g\alpha]\sin \alpha \quad [\text{m}] \quad (4.6)$$

- **Dimenzionisanje širine prolaza potrebne za ulazak, odnosno izlazak vozila sa dela jediničnog elementa na kome se realizuje tehnološki zahtev, D (svi tipovi jediničnih elemenata izuzev tipa I).** Širina prolaza zavisi od izmeritelja manevarskih sposobnosti vozila merodavnog za dimenzionisanje, zahteva konkretne funkcije za rastojanjima između bočnih i čeonih strana vozila i fizičke prepreke (parametri a i c), i obeležja svakog konkretnog tipa jediničnog elementa. Širina prolaza mora da bude razmatrana za svaki tip jediničnog elementa posebno.

Širina i dužina jediničnog elementa, kao i širina prolaza, dimenzionišu se samo onoliko koliko je minimalno potrebno da se, u zadatim prostornim ogra-

ničenjima, realizuje cilj manevra, odnosno vozilo postavi na deo jediničnog elementa na kome se realizuje tehnološki zahtev. Da bi se taj uslov ispunio potrebno je izvršiti optimizaciju načina kretanja u procesu manevrisanja vozila u cilju ulaska, odnosno izlaska vozila sa dela jediničnog elementa na kome se realizuje tehnološki zahtev.

Pod optimizacijom načina kretanja podrazumeva se broj i redosled pravolinijskih i kružnih putanja kretanja vozila u procesu manevrisanja. Znači dimenzionisanje podrazumeva precizno definisanje:

- optimalne dužine pravolinijskog hoda za svako pravolinijsko kretanje u okviru jednog manevra, l_{ph}
- optimalnog ugla svakog kružnog kretanja u okviru jednog manevra, γ .

Oba problema mogu se rešiti grafički i analitički. Analitički postupak za izračunavanje traženih veličina baziran je na grafičkom postupku.

Izračunavanje širine prolaza počinje pravilnim izborom početnog položaja vozila. Preporuka je da se za početni položaj vozila bira onaj položaj koji je potpuno određen u odnosu na poznata prostorna ograničenja u jediničnom elementu. To je, najčešće, položaj vozila kada ono stoji na delu jediničnog elementa na kome se realizuje tehnološki zahtev.

Za elemente na koje se ulazi na jedan način (hodom unapred ili hodom unazad; tipovi jediničnih elemenata III, IV, V i VII) a izlazi na drugi način (hodom unazad, odnosno hodom unapred) širina prolaza za ulazak jednaka je širini prolaza za izlazak ($D_{ul} = D_{izl} = D$). To omogućava da se pri analizi manevra, odnosno pri izračunavanju širine prolaza, radi jednostavnijeg postupka, posmatra kretanje vozila pri izlasku sa jediničnog elementa bez obzira na način ulaska. Analiza kretanja pri izlasku vozila sa jediničnog elementa olakšava postupak izračunavanja potrebne širine prolaza, zato što se početni položaj vozila, položaj u momentu započinjanja manevra, može precizno odrediti u odnosu na zadata prostorna ograničenja, odnosno pozicije fizičkih prepreka.

Za elemente na koje se ulazi hodom unapred i izlazi hodom unapred (tipovi II i VI) različite su širina prolaza za ulazak i širina prolaza za izlazak. Širina prolaza za ulazak (D_{ul}) određuje se kao u slučaju kada je ulazak hodom unapred, a izlazak hodom unazad, a širina prolaza za izlazak (D_{izl}) kao u slučaju ulaska hodom unazad a izlaska hodom unapred. Ovaj stav važi ukoliko se u okviru elementa operativne površine nalazi samo jedna lamela (jedan red) jediničnih elemenata ovog tipa. Ukoliko ima više lamela, tada je širina prolaza za izlazak iz jedne lamele ujedno širina prolaza za ulazak u drugu lamelu, pa se usvaja veća vrednost širine prolaza i za ulazak i za izlazak. Ovaj stav važi i kod dimenzionisanja dužine jediničnog elementa tipa II, s tim što se za rastojanje između vozila (osim prvog i poslednjeg jediničnog elementa u nizu) usvaja takode veće rastojanje.

4.2.1. Dimenzionisanje površine jediničnog elementa strukture tipa I

Obeležja jediničnog elementa, sl. 2.8 i 2.11:

Stepen složenosti manevra:	0
Ugao:	0°
Način ulaska:	hodom unapred
Način izlaska:	hodom unapred
Prioritet u korišćenju:	izlazak po redosledu ulaska

Optimizacija načina kretanja: pravolinijski

Postupak za dimenzionisanje: obzirom da je kod ovog tipa jediničnog elementa strukture izlazak po redosledu dolaska, znači zavisao, to se površina jediničnog elementa koja služi za realizaciju tehnološkog zahteva koristi i za kretanje i za manevar u svrhu ulaska i izlaska sa njega.

Površina jediničnog elementa strukture računa se po formuli 2.1.

4.2.2 Dimenzionisanje površine jediničnog elementa strukture tipa II

Obeležja jediničnog elementa, sl. 2.11:

Stepen složenosti manevra:	$n/3$
Ugao:	0°
Način ulaska:	hodom unapred
Način izlaska:	hodom unapred
Prioritet u korišćenju:	nezavisno

Optimizacija načina kretanja (definiše se u odnosu na ulazak vozila na deo jediničnog elementa na kome se realizuje tehnološki zahtev zato što je on merodavan za dimenzionisanje dužine, odnosno površine čitavog jediničnog elementa: kružno, pravolinijski, kružno, pravolinijski, kružno... Od broja kružnih i pravolinijskih načina kretanja, odnosno od broja kružnih i pravolinijskih putanja zavisi samo preciznost rezultata.

Postupak za dimenzionisanje:

Kod dimenzionisanja ovog tipa jediničnog elementa strukture potrebno je odrediti:

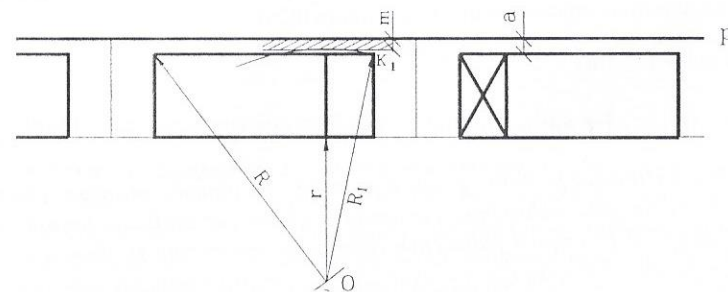
- rastojanje između vozila koja stoje na jediničnim elementima koja su jedno iza drugog (rastojanje c), odnosno dužinu jediničnog elementa,

sl. 4.6. Ovo rastojanje dimenzioniše se u odnosu na ulazak vozila na deo jediničnog elementa na kome se realizuje tehnološki zahtev (rastojanje potrebno za izlazak uvek je manje od rastojanja potrebnog za ulazak). Ono je uvek veće od čeonog rastojanja (c) koje može biti zadato kao zahtev funkcije koja se na tom jediničnom elementu realizuje. Stoga je ono posledica manevrisanja vozila u cilju postavljanja na deo jediničnog elementa na kome se realizuje tehnološki zahtev, pa se mora izračunati za svaki konkretan slučaj, odnosno za svako vozilo, merodavno za dimenzionisanje.

- širinu prolaza, D , potrebnu za ulazak i izlazak vozila sa dela jediničnog elementa strukture na kome se realizuje tehnološki zahtev, sl. 4.6.

1. Početni položaj vozila (položaj I) određuje se na sledeći način:

Ukoliko se zbog tehnoloških karakteristika opsluživanja na funkciji za koju se dimenzioniše ovaj tip jediničnog elementa strukture pojavljuje bočni razmak između vozila i fizičke prepreke, a (u ovom slučaju između bočne strane vozila i prave p) kao zahtev tada se nacrtava vozilo merodavno za dimenzionisanje i paralelno sa bočnom stranom vozila na rastojanju a odredi prava p , odnosno prava koja ograničava jedinični element sa unutrašnje strane. Međutim, mora se izvršiti provera da li to rastojanje omogućava i bezbedno manevrisanje vozila pri postavljanju, odnosno pri ulasku i izlasku sa jediničnog elementa. Provera se vrši na sledeći način, sl. 4.5:



Sl. 4.5. Određivanje početnog položaja vozila

- Nacrta se vozilo za koje se vrši dimenzionisanje i odredi se centar okretanja O , nanošenjem spoljnog gabaritnog radijusa okretanja, R , od najudaljenije tačke na prednjem kraju vozila do preseka sa produžetkom zadnje osovine vozila.

- Iz centra okretanja opiše se zadnji gabaritni radijus okretanja R_1 , (radijus kritične tačke K_1 , prve kritične tačke pri manevru u cilju izlaska sa dela jediničnog elementa na kome se realizuje tehnološki zahtev).
- Paralelno sa bočnom stranom vozila konstruiše se tangenta na radijus R_1 , odnosno prava paralelna sa tangentom na rastojanju " m " (prava p). Time je ograničena površina jediničnog elementa strukture sa unutrašnje strane. Pri tome mora biti ispunjen uslov da je:

$$a \geq R_1 - r + m \quad [m] \quad (4.7)$$

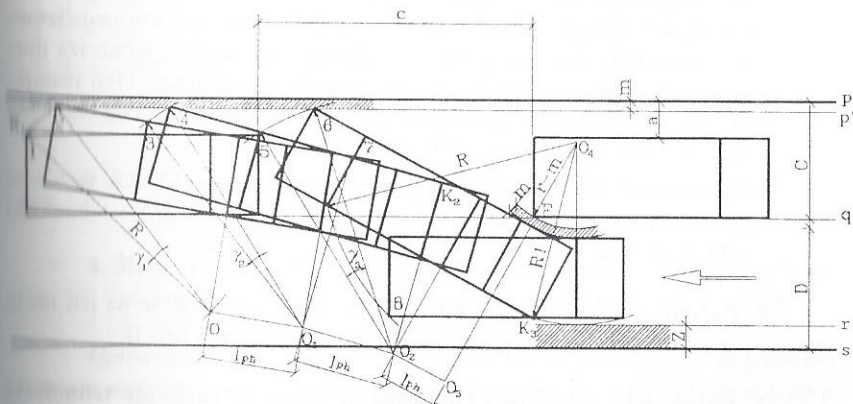
Znači za rastojanje između bočne strane vozila i prave p usvaja se veće rastojanje.

- Ukoliko funkcija nema zahteva za rastojanjem a tada se po opisanom postupku odredi rastojanje između bočne strane vozila i prave p , odnosno ono treba da iznosi

$$a = R_1 - r + m \quad [m]$$

2. Širina dela jediničnog elementa na kome se realizuje tehnološki zahtev (C)

Sa jedne strane širina ovog dela jediničnog elementa ograničena je pravom p , a sa druge strane pravom na kojoj leži suprotna bočna strana vozila, sl. 4.6. Širina se može izračunati prema formuli 4.3 s tim što se za rastojanje a uzima adekvatno rastojanje prema formuli 4.7.



Sl. 4.6. Dimenzionisanje jediničnog elementa strukture tipa II

3. Dužina jediničnog elementa strukture (A)

Dužina jediničnog elementa se računa po formuli 4.5. Za izračunavanje dužine prethodno je potrebno odrediti čeonu rastojanje između vozila (c). Ono se određuje grafički, na osnovu optimizacije načina kretanja u procesu manevrisanja u cilju ulaska na deo jediničnog elementa na kome se realizuje tehnološki zahtev.

Optimizacija prvog kružnog manevra: Paralelno sa pravom p (sl. 4.6) na rastojanju m konstruiše se prava p' . Iz položaja 1 vozilo se kružnim kretanjem oko centra okretanja O premešta u položaj 2 na sledeći način: Iz centra okretanja O opiše se radijus R (prve kritične tačke pri manevru, K_1) do preseka sa pravom p' . Nacrta se položaj 2 vozila, položaj kada se tačka K_1 nalazi na preseku radijusa R i prave p' .

Optimizacija pravolinijskih kretanja: Iz položaja 2 vozilo se kreće pravolinijski hodom unazad. Dužina pravolinijskog hoda (l_{ph}) se unapred zadaje. Ukoliko je dužina pravolinijskog hoda kraća, postupak je precizniji. Položaj 3 vozila odredi se tako što se vozilo translatorski premesti za zadatu dužinu, hodom unazad. Odredi se novi položaj centra okretanja (O_1).

Optimizacija drugog kružnog manevra: Iz položaja 3 vozilo se premešta u položaj 4 na način koji je opisan u optimizaciji prvog kružnog manevra, s tim što se okretanje vozila obavlja oko centra okretanja O_1 .

Postupak se ponavlja sve dok tačka K_2 (kritična tačka na bočnoj strani vozila koja je kritična u odnosu na vozilo ili fizičku prepreku koja se nalazi iza vozila kojim se manevriše) ne padne na pravu q (produžetak suprotne bočne strane vozila), položaj 7 vozila na datom primeru, sl. 4.6. Kod određivanja ovog položaja vozila dužina pravolinijskog hoda može biti manja od zadate. Iz ovog položaja odredi se centar okretanja sa suprotne strane vozila (na primeru sa slike 4.6, O_4). Iz ovog centra okretanja opiše se radijus veličine $(r-m)$ do preseka sa pravom q . Ovaj presek (tačka F) označava položaj prednje strane vozila koje je postavljeno na jediničnom elementu strukture iza posmatranog, ili fizičke prepreke.

Rastojanje između zadnje strane vozila kojim se manevriše i prednje strane vozila čiji je položaj određen tačkom F predstavlja traženi, minimalno potrebni razmak (c) između dva vozila koja su postavljena jedno iza drugog, odnosno između vozila i fizičke prepreke.

Da bi se odredila dužina jediničnog elementa konstruiše se prava paralelna sa prednjom, čeonom stranom vozila i prava paralelna sa zadnjom čeonom stranom vozila a na rastojanju $\frac{c}{2}$ (sl. 2.12 ili sl. 2.14). Ove prave ograničavaju dužinu jediničnog elementa.

Dužina jediničnog elementa, odnosno, rastojanje c određuje se isključivo grafički ili simulacijom kretanja vozila (na računaru) pod navedenim uslovima.

Treba napomenuti da se ovaj tip jediničnog elementa, zbog izuzetno velike dužine koju angažuje, retko koristi. Razlog za izbor ovog tipa jediničnog elementa može biti isključivo zahtev funkcije, odnosno zahtev investitora.

4. Širina prolaza (D) potrebna za ulazak, odnosno izlazak sa dela jediničnog elementa na kome se realizuje tehnološki zahtev, sl. 4.6.

Za položaj vozila 7-konstruiše se centar okretanja (O_4). Iz centra okretanja opiše se radijus R_1 (radijus kritične tačke K_3). Paralelno sa pravom p , odnosno q konstruiše se tangenta na radijus R_1 (prava r), odnosno prava na rastojanju Z od prave r ; prava s . Najkraće rastojanje između pravih q i s predstavlja traženu širinu prolaza, D .

Konstrukcija položaja 8 vozila nije neophodna za određivanje širine prolaza, ali je dobro poznavati ovaj položaj obzirom da je to položaj iz koga vozač treba da započne manevar u cilju ulaska na ovaj tip jediničnog elementa.

5. Površina jediničnog elementa strukture (S) računa se po formuli 2.2 ili 2.4 u zavisnosti od organizacije jediničnih elemenata u okviru elementa operativne površine kome pripadaju.

Kod ovog tipa jediničnog elementa potrebno je poznavati i površinu dela jediničnog elementa na kome se realizuje tehnološki zahtev, S_1 . Ova površina računa se po formuli 2.1, s tim što se uzimaju adekvatni podaci za a i c .

Ova površina se posebno ističe zato što je, na primer u slučaju kada se ovaj tip koristi za funkciju parkiranja potrebno imati podatak o veličini "boks za parkiranje". Za površinu dela elementa koji služi za manevrisanje u svrhu ulaska i izlaska često se koristi površina koja ima i drugu namenu (na primer za dinamički saobraćaj).

4.2.3. Dimenzionisanje površine jediničnog elementa strukture tipa III

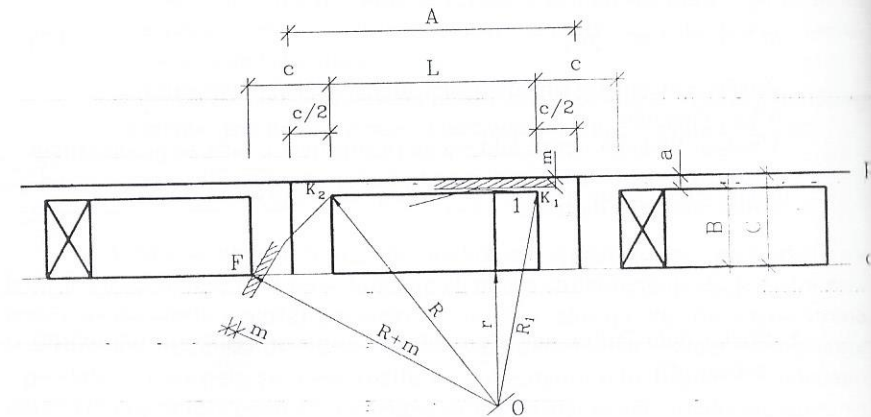
Obeležja tipa jediničnog elementa:

Stepen složenosti manevra:	3/3
Ugao:	0°
Način ulaska:	hodom unazad
Način izlaska:	hodom unapred
Prioritet u korišćenju:	nezavisno

Optimizacija načina kretanja u procesu manevrisanja (izlazak): kružno, pravolinijski, kružno.

Postupak za dimenzionisanje:

Kod dimenzionisanja ovog tipa jediničnog elementa strukture, kao kod jediničnog elementa tipa II, postavljaju se dva problema:



Sl. 4.7. Dimenzionisanje dužine jediničnog elementa tipa II

- Dimenzionisanje dela jediničnog elementa strukture na kome se realizuje tehnološki zahtev vozila (na primer "boks" za parkiranje i slično), sl. 4.7. Ovaj problem svodi se na dimenzionisanje rastojanja između vozila koja stoje na jediničnim elementima koja su jedno iza drugog (rastojanje c), odnosno dužine jediničnog elementa. Ovo rastojanje određuje se u odnosu na izlazak vozila sa dela jediničnog elementa na kome se realizuje tehnološki zahtev.
- Određivanje širine prolaza (D) potrebne za ulazak i izlazak vozila sa dela jediničnog elementa strukture na kome se realizuje tehnološki zahtev, sl. 4.8.

1. **Početni položaj vozila** (položaj 1, sl. 4.5), određuje se na isti način kao u slučaju dimenzionisanja jediničnog elementa tipa II.

2. **Širina dela jediničnog elementa na kome se realizuje tehnološki zahtev (C)**, određuje se na isti način kao u slučaju dimenzionisanja jediničnog elementa tipa II, a računa se po formuli 4.3, s tim što se uzima adekvatna vrednost za rastojanje a .

3. Dužina jediničnog elementa strukture (A)

Dužina se, kao kod dimenzionisanja jediničnog elementa tipa II, računa po formuli 4.5 s tim što se uzima adekvatna vrednost za rastojanje c . Čeono rastojanje između vozila, c , određuje se na sledeći način, slika 4.7.

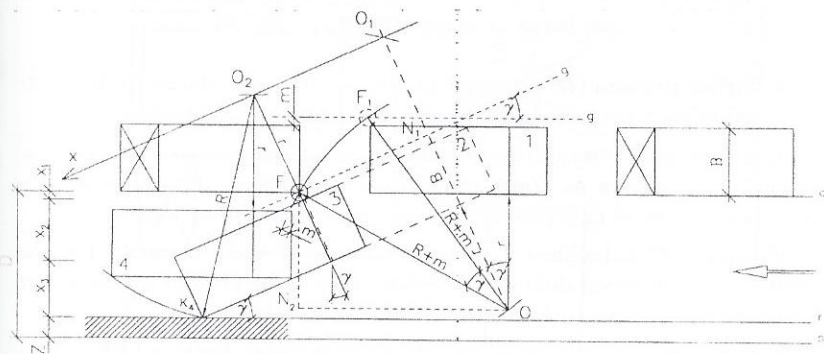
Iz centra okretanja O opiše se radijus $(R+m)$ do preseka sa pravom q (produžetak leve bočne strane vozila). Tačka preseka označi se sa F .

Kroz tačku F konstruiše se normala na pravu q . Na normali leži zadnji kraj vozila postavljenog na jediničnom elementu ispred.

Rastojanje između zadnjeg kraja vozila ispred i prednjeg kraja vozila kojim se manevriše predstavlja traženo rastojanje c . Na osnovu grafičkog postupka rastojanje c se može izračunati kao:

$$c = \sqrt{(R+m)^2 - r^2} - (L-l_2) \quad [\text{m}] \quad (4.8)$$

Konstruiše se prava paralelna sa prednjom, čeonom, stranom vozila na rastojanju $\frac{c}{2}$ i ispred i iza vozila. Ove prave ograničavaju dužinu jediničnog elementa.



Sl. 4.8. Dimenzionisanje širine prolaza jediničnog elementa tipa III

4. Širina prolaza (D) potrebnog za ulazak, odnosno izlazak sa dela jediničnog elementa na kome se realizuje tehnološki zahtev, sl. 4.8.

Optimizacija prvog kružnog manevra: Da bi vozilo izašlo sa jediničnog elementa strukture mora se kretati kružno oko centra okretanja O sve dok ne dođe u položaj 2, odnosno dok desna ivica vozila ne zauzme takav položaj posle koga će pri pravolinijskom kretanju vozilo tangirati zaštitnu zonu širine „ m ” oko tačke F . Konstrukciono znači da kružno kretanje vozila traje sve dok prava g ,

koja se konstruiše na rastojanju „ m ” od desne strane vozila, rotirajući se zajedno sa vozilom oko centra okretanja O , ne preseče tačku F . Ugao kružnog manevra „ γ ” se grafički dobija iz trougla FOF_1 pri čemu se položaj tačke F_1 dobija iz preseka luka krive radijusa dužine „ $R+m$ ” (iz centra O) sa pravom g . Dobijeni ugao FOF_1 je ugao zakretanja vozila pri prvom kružnom manevru.

Ugao kružnog manevra „ γ ” se pomoću trouglova FON_2 i FON_1 i početnog položaja unutrašnjeg gabaritnog radijusa r može izračunati na sledeći način:

$$\gamma = 90 - \arcsin \frac{r}{R+m} - \arccos \frac{r+B+m}{R+m} \quad [\text{m}] \quad (4.9)$$

Radi dalje konstrukcije potrebno je odrediti centar okretanja vozila sa suprotne strane vozila (tačka O_1) i prava koja prolazi kroz centar O_1 a paralelna je sa bočnom stranom vozila (prava O_1x)

Optimizacija dužine pravolinijskog hoda: Iz položaja 2 vozilo se kreće pravolinijski, hodom unapred, do položaja 3, odnosno sve dok kritična tačka K_3 ne tangira zaštitnu zonu oko tačke F . Položaj kritične tačke K_3 se određuje presekom normale na pravu O_1x iz tačke F radijusom zaštitne zone (tačka gde desna ivica vozila postaje tangenta na kružnicu). Presek normale i prave O_1x predstavlja novi položaj centra okretanja (tačka O_2) u momentu kada je vozilo završilo potreban pravolinijski hod unapred. Optimalna dužina pravolinijskog hoda l_{ph} je (iz trougla FN_1O) jednaka:

$$l_{ph} = \sqrt{(R+m)^2 - (r+B+m)^2} \quad [\text{m}] \quad (4.10)$$

Iz položaja 3 vozilo drugim kružnim manevrom, napuštajući jedinični element, dolazi u položaj 4. Položaj 4 nije bitan za konstrukciju širine prolaza, ali je značajno napomenuti da je to položaj iz koga vozilo treba da započne manevr u slučaju kada vozilo ulazi hodom unazad na jedinični element strukture ovog tipa.

Dimenzionisanje širine prolaza: Paralelno sa pravom q konstruiše se prava r kroz tačku K_4 . Na rastojanju „ Z ” od tačke K_4 konstruiše se prava s . Normalno rastojanje između prave q (leve ivice vozila) i prave s predstavlja traženu širinu prolaza „ D ”. Na osnovu grafičke metode širina prolaza se može izračunati kao:

$$\begin{aligned} x_1 &= m \cdot \cos \gamma \\ x_2 &= B \cdot \cos \gamma \\ x_3 &= (L-l_2) \cdot \sin \gamma \\ D &= x_1 + x_2 + x_3 + Z \quad [\text{m}] \end{aligned} \quad (4.11)$$

5. **Površina jediničnog elementa strukture (S)** računa se po formuli 2.2 ili 2.4 u zavisnosti od organizacije jediničnih elemenata u okviru elementa operativne površine kome pripadaju, s tim što se uzimaju adekvatne vrednosti za a i c .

Kod ovog tipa jediničnog elementa potrebno je poznavati i površinu dela jediničnog elementa na kome se realizuje tehnološki zahtev. Ova površina računa se po formuli 2.1, s tim što se takođe uzimaju adekvatni podaci za a i c . Ova površina se posebno ističe zato što je, na primer u slučaju kada se ovaj tip koristi za funkciju parkiranja potrebno imati podatak o veličini "boks za parkiranje". Za površinu dela elementa koji služi za manevrisanje u svrhu ulaska i izlaska, često se koristi površina koja ima i drugu namenu (na primer za dimamički saobraćaj).

4.2.4. Dimenzionisanje površine jediničnog elementa strukture tipa IV

Obeležja jediničnog elementa

Stepen složenosti manevra:	3/3	(za $\alpha = 90^\circ$)
Ugao:	2/2	(za $0^\circ < \alpha \leq 90^\circ$)
Način ulaska:		0° < $\alpha \leq 90^\circ$
Način izlaska:		hodom unapred
Prioritet u korišćenju:		hodom unazad
		nezavisno

Optimizacija načina kretanja:

Za $\alpha = 90^\circ$ pravolinijski hodom unazad - kružno hodom unazad - kružno hodom unapred

Za $0^\circ < \alpha \leq 90^\circ$: pravolinijski hodom unazad - kružno hodom unazad

Postupak za dimenzionisanje:

1. **Početni položaj vozila** (položaj 1, sl. 4.9; 4.10, 4.11 i 4.12) na sledeći način:

Konstruiše se vozilo za koje se vrši dimenzionisanje pod odgovarajućim uglom jediničnog elementa.

Paralelno sa bočnim stranama vozila na rastojanju a konstruišu se vozila postavljena na susednim jediničnim elementima, a zatim prave koje prolaze na rastojanju $\frac{a}{2}$ od bočne strane vozila.

Konstruiše se prava paralelna prednjoj strani vozila na rastojanju c .

Kroz tačku koja predstavlja presek ove dve prave konstruiše se prava (prava p) pod uglom α u odnosu na bočnu stranu vozila. Time je ograničen jedinični element strukture sa unutrašnje strane.

Paralelno sa pravom p konstruiše se prava q koja prolazi kroz najisturenije tačke na zadnjem kraju vozila. Time je ograničen deo jediničnog elementa na kome se realizuje tehnološki zahtev.

2. **Širina jediničnog elementa (C)** (sl. 4.9; 4.10, 4.11 i 4.12):

Svakom jediničnom elementu pripada polovina bočnog razmaka između vozila $\frac{a}{2}$ sa svake strane. Širina se izračunava po formuli 4.3, a njena projekcija na pravu p (važan podatak kod izbora ugla jediničnog elementa pri projektovanju na određenoj dužini fronta za realizaciju zadatog broja jediničnih elemenata ovog tipa) računa se po formuli 4.4.

3. **Dužina dela jediničnog elementa na kome se realizuje tehnološki zahtev (A)**, (sl. 4.9; 4.10, 4.11 i 4.12), računa se po formuli 4.5, odnosno 4.6, s tim što se uzimaju adekvatne vrednosti za a i c .

4. **Širina prolaza (D)** potrebna za ulazak, odnosno izlazak sa dela jediničnog elementa na kome se realizuje tehnološki zahtev.

Kod dimenzionisanja širine prolaza kod ovog tipa posmatra se izlazak sa dela jediničnog elementa na kome se realizuje tehnološki zahtev. Postupak se razlikuje u zavisnosti od ugla jediničnog elementa iz sledećih razloga:

Za ugao 90° uslovljava se ograničen manevar hodom unazad. Ukoliko se ne bi uveo ovaj manevar dobila bi se znatno veća širina prolaza, a optimizacija načina kretanja, odnosno uslovi manevra za vozača ostali bi isti.

U zavisnosti od ugla jediničnog elementa menja se kritična tačka na vozilu koja definiše optimalnu dužinu pravolinijskog hoda (tačka K_1). Za veće uglove kritična je tačka najudaljenija od centra okretanja (najisturenija tačka na prednjem kraju vozila koja ima radijus R), a za manje uglove tačka najbliža centru (tačka na bočnoj strani vozila u produžetku zadnje osovine koja ima radijus r). Ugao za koji je dužina pravolinijskog hoda, pa samim tim i širina prolaza ista, za obe navedene tačke naziva se "kritičan" ugao. Kritičan ugao zavisi od gabaritnih dimenzija vozila i radijusa okretanja i može se za svako vozilo izračunati kao:

$$\alpha_{kr} = \arccos \frac{\sqrt{(R+m)^2 - (r+B+a)^2} + \sqrt{(r-m)^2 - (r-a)^2}}{2(a+B)} \quad [^\circ] \quad (4.12)$$

ture ovog tipa. Na osnovu grafičkog postupka može se zaključiti da je optimalni ugao drugog kružnog manevra:

$$\chi_1 = \frac{\pi}{2} - \chi \quad [0]$$

Dimenzionisanje širine prolaza: Paralelno sa pravom q , odnosno sa podužnom osom prolaza konstruiše se prava s na rastojanju "Z" od tačke K_2 , odnosno tačke T_3 . Projekcija prave s na osu Ox označi se sa T_4 . Rastojanje između tačaka T i T_4 predstavlja traženu širinu prolaza. Na osnovu grafičkog postupka može se izračunati potrebna širina prolaza:

$$D = x_1 + x_2 + x_3 + Z$$

$$x_1 = \sqrt{(R+m)^2 - (r+B+a)^2}$$

$$x_2 = \frac{r+B}{2r+B} \cdot \left(R+Z - \sqrt{(R+m)^2 - (r+B+a)^2} \right)$$

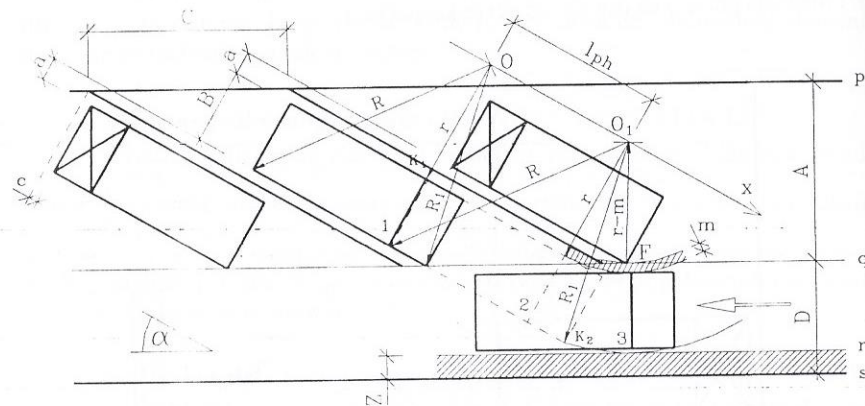
$$x_3 = \frac{l_2}{r+B} \cdot \sqrt{(r+B)^2 - x_2^2}$$

$$D = \sqrt{(R+m)^2 - (r+B+a)^2} + \frac{r+B}{2r+B} (R+Z - x_1) + \frac{l_2}{r+B} \sqrt{(r+B)^2 - x_2^2} + Z \quad [\text{m}] \quad (4.15)$$

Određivanje širine prolaza za $0^\circ < \alpha \leq \alpha_{kr}$, sl. 4.10

Optimizacija dužine pravolinijskog hoda: Konstruiše se centar okretanja vozila O nanošenjem spoljnog gabaritnog radijusa okretanja od najudaljenije tačke na prednjem kraju vozila do preseka sa produžetkom zadnje osovine. Konstruiše se prava paralelna bočnoj strani vozila koja prolazi kroz centar okretanja O (prava Ox). Opišu se radijusi potencijalnih kritičnih tačaka (radijusi R i r). Na osnovu opisanih radijusa utvrdi se da je, za normalno dimenzionisan bočni razmak između vozila (a) prva kritična tačka na vozilu tačka K_1 koja ima radijus r (tačka na bočnoj strani vozila u produžetku zadnje osovine). Kritična tačka na susednom vozilu je tačka F na zadnjem levom ili desnom kraju vozila. Iz toga se može izvući zaključak da vozilo treba iz početnog položaja (položaj 1) da se kreće pravolinijski hodom unazad do položaja 2 iz koga, kada počne da se kreće kružno, hodom unazad, kritična tačka K_1 treba da tangira radijus zaštitne zone

oko tačke F . Centar okretanja vozila u momentu kada treba da završi pravolinijski manevar hodom unapred (O_1) konstruiše se tako što se iz tačke F opiše radijus veličine ($r-m$) do preseka sa pravom Ox .



Sl. 4.10. Određivanje širine prolaza za $0^\circ < \alpha \leq \alpha_{kr}$, tip jediničnog elementa IV

Položaj 2 vozila određen je centrom okretanja O_1 , odnosno položajem zadnje osovine vozila koja leži na normali povučenoj iz centra okretanja O_1 na pravu Ox i gabaritnim dimenzijama vozila.

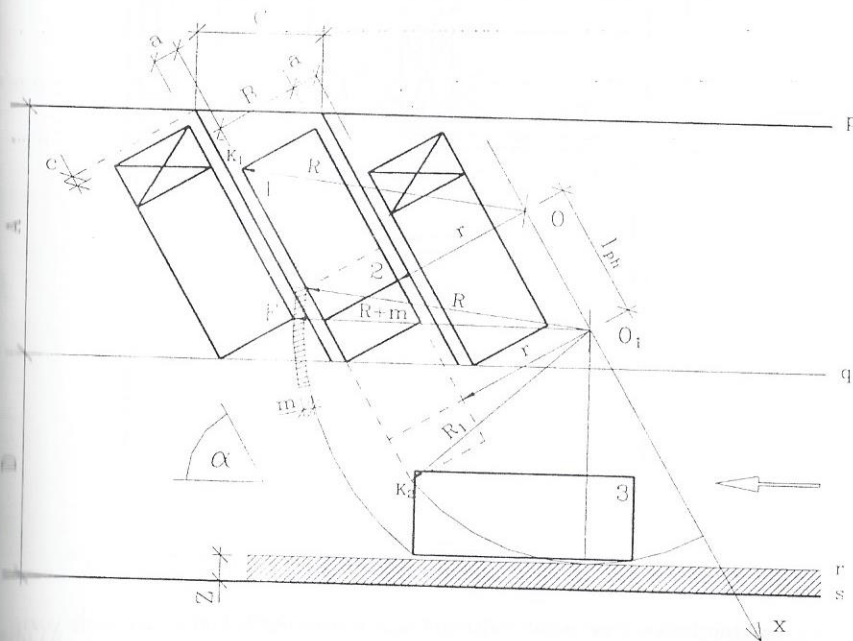
Optimizacija kružnog manevra hodom unazad: Iz položaja 2 vozilo se mora kretati kružno, oko centra okretanja O_1 do položaja 3. Položaj 3 određen je položajem zadnjeg prepusta vozila koji se nalazi na pravoj koja prolazi kroz centar okretanja O_1 , a upravna je na podužnu osu prolaza. Položaj 3 vozila nije bitan za konstrukciju širine prolaza, ali je značajno napomenuti da je to položaj iz koga vozilo treba da počne manevr (kružni, hodom unapred) u slučaju kada ulazi na jedinični element strukture ovog tipa.

Širina prolaza definiše se na sledeći način: iz centra okretanja O_1 opiše se radijus kritične tačke K_2 , radijus veličine R_1 . Paralelno sa pravom q konstruiše se tangenta na radijus R_1 , odnosno prava r , a zatim prava s na rastojanju Z od prave r . Najkraće rastojanje između pravih q i s predstavlja traženu širinu prolaza, D . Na osnovu grafičkog postupka može se izračunati potrebna širina prolaza:

$$D = R_1 - Z - \sin \alpha \left[(r-a) \cot \alpha + \sqrt{(r-m)^2 - (r-a)^2} \right] \quad [\text{m}] \quad (4.16)$$

Određivanje širine prolaza za $\alpha_{kr} \leq \alpha < 90^\circ$, sl. 4.11

Optimizacija dužine pravolinijskog hoda: Konstruiše se centar okretanja vozila O nanošenjem spoljnog gabaritnog radijusa okretanja od najudaljenije tačke na prednjem kraju vozila do preseka sa produžetkom zadnje osovine. Konstruiše se prava paralelna bočnoj strani vozila koja prolazi kroz centar okretanja O (prava Ox). Opišu se radijusi potencijalnih kritičnih tačaka (radijusi R i r). Na osnovu opisanih radijusa utvrdi se da je, za normalno dimenzionisan bočni razmak između vozila (a) prva kritična tačka na vozilu tačka K_1 koja ima radijus R . Iz toga se može izvući zaključak da vozilo treba iz početnog položaja (položaj 1) da se kreće pravolinijski hodom unazad do položaja 2 iz koga, kada počne da se kreće kružno, hodom unazad, kritična tačka K_1 tangira radijus zaštitne zone oko kritične tačke susednog vozila (tačka F). Centar okretanja vozila u momentu kada treba da završi pravolinijski manevar hodom unapred (O_1) konstruiše se tako što se iz tačke F opiše radijus veličine $(R+m)$ do preseka sa pravom Ox .



Sl. 4.11. Određivanje širine prolaza za $\alpha_{kr} \leq \alpha < 90^\circ$ tip jediničnog elementa IV

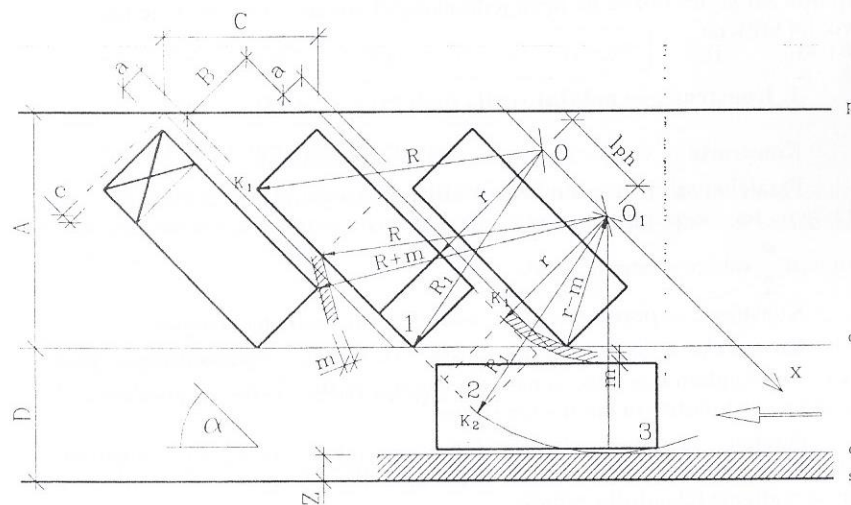
Položaj 2 vozila određen je centrom okretanja O_1 , odnosno položajem zadnje osovine vozila koja leži na normali povučenoj iz centra okretanja O_1 na pravu Ox i gabaritnim dimenzijama vozila.

Optimizacija kružnog manevra hodom unazad: Iz položaja 2 vozilo se mora kretati kružno, oko centra okretanja O_1 do položaja 3. Položaj 3 određen je položajem zadnjeg prepusta vozila koji se nalazi na pravoj koja prolazi kroz centar okretanja O_1 , a upravna je na podužnu osu prolaza. Položaj 3 vozila nije bitan za konstrukciju širine prolaza, ali je značajno napomenuti da je to položaj iz koga vozilo treba da počne manevar (kružni, hodom unapred) u slučaju kada ulazi na jedinični element strukture ovog tipa.

Širina prolaza definiše se na sledeći način: iz centra okretanja O_1 opiše se radijus kritične tačke K_2 , radijus veličine R_1 . Paralelno sa pravom q konstruiše se tangenta na radijus R_1 , odnosno prava r , a zatim prava s na rastojanju Z od prave r . Najkraće rastojanje između pravih q i s predstavlja traženu širinu prolaza, D . Na osnovu grafičkog postupka može se izračunati potrebna širina prolaza:

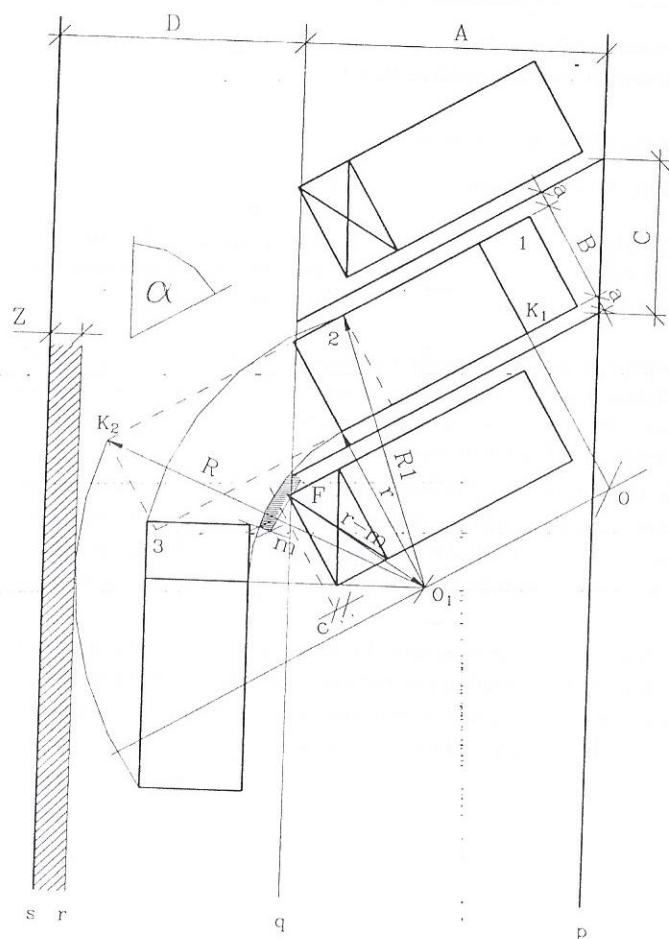
$$D = R_1 + Z - \sin \alpha \left[(r + a + 2B) \cot \alpha - \sqrt{(R + m)^2 - (r + B + a)^2} \right] \quad [\text{m}] \quad (4.17)$$

Određivanje širine prolaza za $\alpha = \alpha_{kr}$, sl. 4.12:



Sl. 4.12. Određivanje širine prolaza za $\alpha_{kr} \leq \alpha < 90^\circ$ tip jediničnog elementa IV

Za ugao jediničnog elementa $\alpha = \alpha_{kr}$, u delu pravolinijskog hoda jednovremeno su kritične tačka najudaljenija od centra na prednjem levom odnosno desnom kraju vozila i tačka najbliža centru okretanja na bočnoj levoj, odnosno desnoj strani u produžetku zadnje osovine vozila. Širina prolaza se računa po formuli 4.16 ili 4.17.

Sl. 4.14. Dimenzionisanje širine prolaza: tip jediničnog elementa V, $\alpha < 90^\circ$

Iz centra okretanja O opišu se radijusi potencijalnih kritičnih tačaka na vozilu (R_1 , r). Na osnovu opisanih radijusa utvrdi se da je, za normalno dimenzionisan bočni razmak između vozila (a) prva kritična tačka na vozilu tačka K_1 koja ima radijus r . Iz toga se može izvući zaključak da vozilo treba iz početnog položaja (položaj 1) da se kreće pravolinijski hodom unapred do položaja 2 iz koga, kada počne da se kreće kružno, kritična tačka K_1 tangira radijus zaštitne zone oko kritične tačke susednog vozila (tačka F). Centar okretanja vozila u momentu kada treba

da završi pravolinijski manevar hodom unapred (O_1) konstruiše se tako što se iz tačke F opiše radijus veličine $(r-m)$ do preseka sa pravom Ox .

Položaj 2 vozila određen je centrom okretanja O_1 , odnosno položajem zadnje osovine vozila koja leži na normali povučenoj iz centra okretanja O_1 na pravu Ox i gabaritnim dimenzijama vozila.

Optimizacija kružnog manevra: Iz položaja 2 vozilo treba da se kreće kružno (kritična tačka je tačka K_2) oko centra okretanja O_1 , do položaja 3. Položaj 3 vozila određen je položajem zadnje osovine čiji produžetak prolazi kroz centar okretanja O_1 i upravan je na podužnu osu prolaza. Položaj 3 vozila nije bitan za konstrukciju širine prolaza, ali je značajno napomenuti da je to položaj iz koga vozilo treba da počne manevar (kružni, hodom unazad) u slučaju kada ulazi na jedinični element strukture ovog tipa.

Definisanje širine prolaza: iz centra okretanja O_1 opiše se radijus veličine R . Paralelno sa pravom q konstruiše se tangenta na radijus R povučen iz O_1 odnosno prava r . Paralelno sa pravom r na rastojanju Z konstruiše se prava s . Najkraće rastojanje između pravih q i s predstavlja traženu širinu prolaza, D . Na osnovu grafičkog postupka može se izračunati potrebna širina prolaza:

$$D = R + Z - \sin \alpha [(r-a) \cot \alpha + \sqrt{(r-m)^2 - (r-a)^2}] \quad [m] \quad (4.18)$$

5. Površina jediničnog elementa:

U zavisnosti od organizacije jediničnih elemenata u okviru konkretnog elementa operativne površine, površina jediničnog elementa može se izračunati po formuli 2.3, 2.5 ili 2.6.

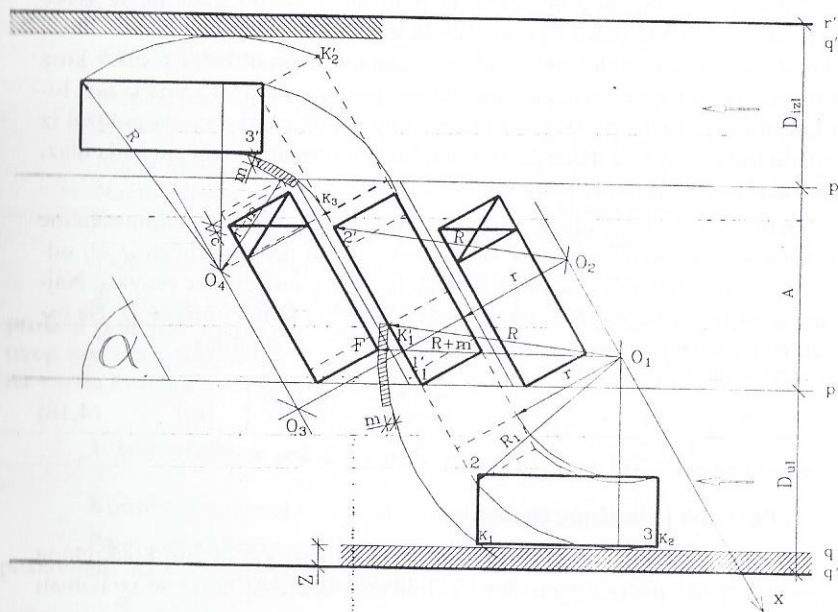
4.2.6. Dimenzionisanje površine jediničnog elementa strukture tipa VI

Obeležja jediničnog elementa

Stepen složenosti manevra:	ulazak: $3/3$ (za $\alpha = 90^\circ$) $2/2$ ($0^\circ < \alpha \leq 90^\circ$)
	izlazak: $2/2$
Ugao:	$0^\circ < \alpha \leq 90^\circ$
Način ulaska:	hodom unapred
Način izlaska:	hodom unapred
Prioritet u korišćenju:	nezavisno

Optimizacija načina kretanja: kružno pravolinijski (ulazak) - pravolinijski - kružno (izlazak)

Postupak za dimenzionisanje, sl. 4.15



Sl. 4.15. Dimenzionisanje širine prolaza:
tip jediničnog elementa VI, $\alpha < 90^\circ$

Postupak za dimenzionisanje ovog tipa jediničnog elementa predstavlja kombinaciju postupaka za dimenzionisanje tipa IV i tipa V, stim što se širina prolaza potrebna za ulazak na deo jediničnog elementa na kome se realizuje tehnološki zahtev dimenzioniše na isti način kao kod jediničnog elementa strukture tipa IV, a širina prolaza za izlazak kao kod jediničnog elementa strukture tipa V.

Površina jediničnog elementa: računa se po formuli 2.6 ili 2.7, u zavisnosti od usvojene organizacije jediničnih elemenata na konkretnom elementu operativne površine.

4.2.7. Dimenzionisanje površine jediničnog elementa strukture tipa VI

Obeležja jediničnog elementa:

Stepen složenosti manevra:	n/n
Ugao:	$0^\circ < \alpha \leq 90^\circ$
Način ulaska:	hodom unapred/hodom unazad
Način izlaska:	hodom unazad/hodom unapred
Prioritet u korišćenju:	nezavisno/zavisno

Optimizacija načina kretanja i postupak za dimenzionisanje direktno su u funkciji konkretnih prostornih ograničenja u površini za realizaciju jediničnog elementa i rešavaju se za svaki slučaj posebno koristeći saznanja stečena pri analizi metoda za dimenzionisanje tipova jediničnih elemenata strukture IV, V i VI.

Ovaj tip jediničnog elementa uglavnom se bira kada konkretan prostor menja namenu ili je učestalost korišćenja jediničnih elemenata takva da se veći broj manevra pri ulasku i izlasku sa dela jediničnog elementa na kome se realizuje tehnološki zahtev ne odražava na funkcionalnost i bezbednost njihovog korišćenja.

Površina jediničnog elementa: Dimenzionisanje se uglavnom vrši primenom grafičkih metoda, a površina se računa u zavisnosti od organizacije jediničnih elemenata u okviru elementa operativne površine kome pripadaju i zavisnosti od vrednosti parametara koji utiču na površinu.

5. Dimenzionisanje jediničnih elemenata strukture transportnih sastava

5.1. Izmeritelji manevarskih sposobnosti transportnih sastava

P

Pod pojmom transportni sastav podrazumeva se složeno transportno sredstvo koje se sastoji iz kombinacije vučnog i priključnog vozila. Razlikujemo tri osnovna tipa transportnih sastava:

- tegljač sa poluprikolicom (tip *PP*)
- zglobni autobus (tip *ZG*)
- vučno vozilo sa prikolicom (tip *P*)

U okviru priključnih vozila transportnog sastava tipa *P* sreću se:

- prikolica sa jednom osovinom
- prikolica sa dve osovine od kojih je prednja osovina okretna
- prikolica sa dve osovine i okretnim točkovima na prednjoj osovini
- prikolica sa dve osovine i okretnim točkovima na obe osovine

U sastavu voznih parkova autotransportnih preduzeća u našoj zemlji najčešći tip *P* je vučno vozilo sa prikolicom sa dve osovine od kojih je prednja osovina okretna.

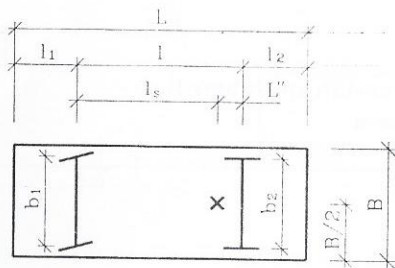
5.1.1. Parametri gabarita

➤ parametri gabarita vučnih vozila, sl. 5.1

- B – širina
- b_1 – rastojanje između osa točkova na prednjoj osovini vozila, tj. trag prednjih točkova
- b_2 – rastojanje između osa točkova na zadnjoj osovini vozila, tj. trag zadnjih točkova
- L – ukupna dužina
- l_1 – prednji prepust
- l – razmak osovina
- l_2 – zadnji prepust

Ukoliko se radi o transportnom sredstvu tipa tegljača, pored navedenih, bitne su i sledeće dimenzije:

- l_s – rastojanje od prednje osovine do sedla tegljača
- l'' – rastojanje od sedla tegljača do zadnje osovine

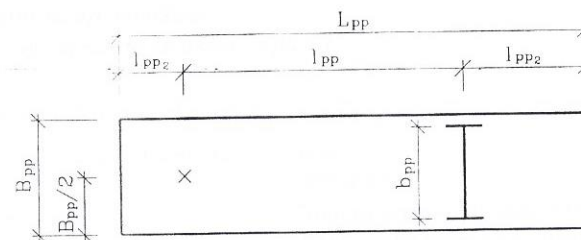


Sl. 5.1. Parametri gabarita vučnih vozila

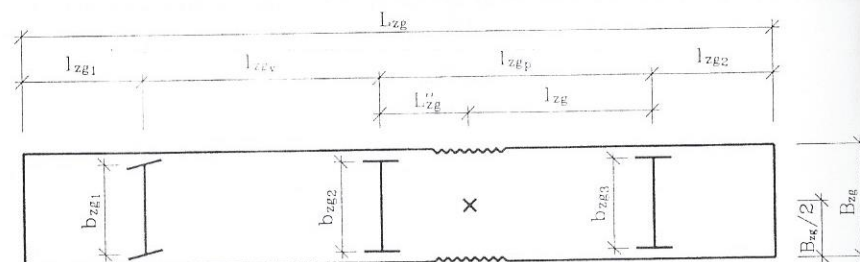
➤ parametri gabarita priključnih vozila:

poluprikolice, sl. 5.2

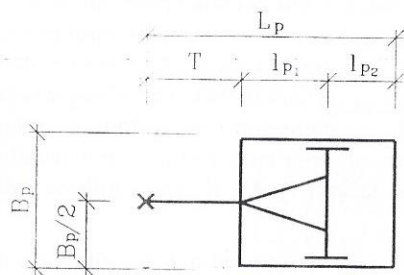
- B_{pp} – širina
- b_{pp} – trag točkova
- L_{pp} – dužina
- l_{pp1} – rastojanje sedla poluprikolice u odnosu na prednju stranu
- l_{pp} – rastojanje od sedla do zadnje osovine
- l_{pp2} – zadnji prepust

Sl. 5.2 Parametri gabarita poluprikolice
zglobni autobus, sl. 5.3

- B_{zg} – širina
- $b_{zg1}, b_{zg2}, b_{zg3}$ – trag točkova
- l_{zg1} – prednji prepust
- l_{zg2} – zadnji prepust
- l_{zgv} – razmak osovina (prednje i pogonske)
- l_{zgp} – razmak osovina (pogonske i zadnje)
- L_{zg} – rastojanje sedla i pogonske osovine
- l_{zg} – rastojanje sedla i zadnje osovine (kičme)
- L_{zg} – ukupna dužina

Sl. 5.3 Parametri gabarita zglobnog autobusa
prikolice sa jednom osovinom, sl. 5.4

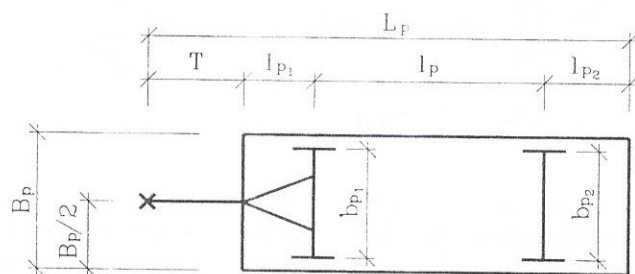
- B_p – širina
- b_p – trag točkova
- L_p – ukupna dužina
- l_{p1} – prednji prepust
- l_{p2} – zadnji prepust
- T – dužina "rude"



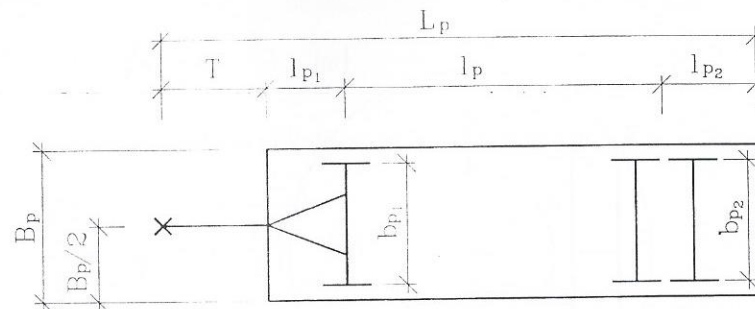
Sl. 5.4. Parametri gabarita prikolice sa jednom osovinom

prikolice sa dve osovine, sl. 5.5

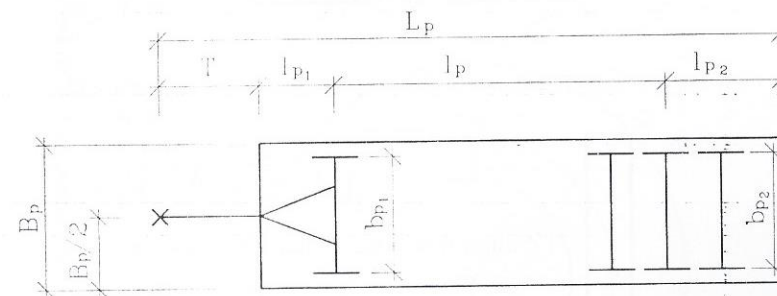
- B_p – širina
- b_{p1} – trag točkova na prednjoj osovini
- b_{p2} – trag točkova na zadnjoj osovini
- L_p – ukupna dužina
- l_{p1} – prednji prepust
- l_p – razmak osovine
- l_{p2} – zadnji prepust
- T – dužina "rude"



Sl. 5.5. a. Parametri gabarita prikolice sa dve osovine



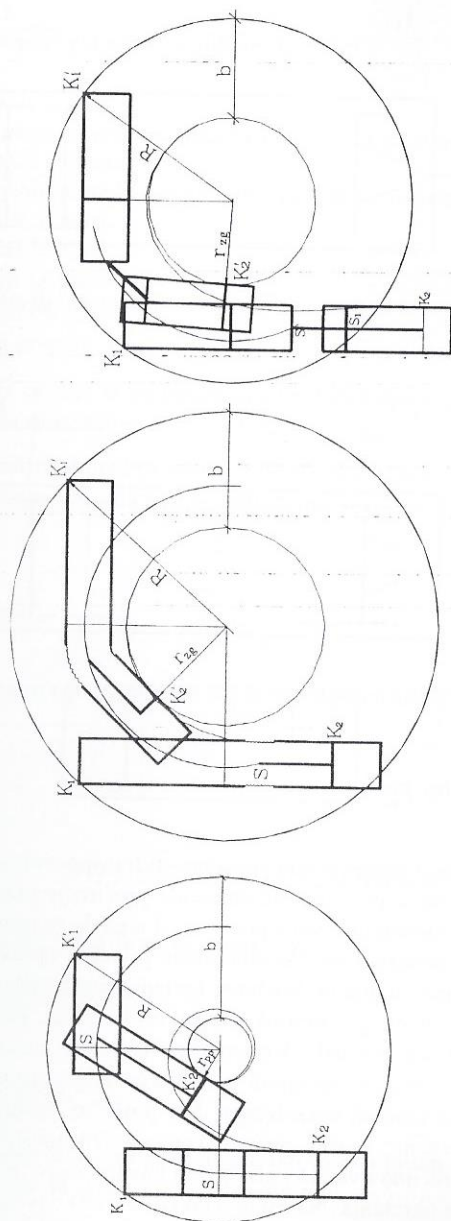
Sl. 5.5.b. Parametri gabarita prikolice sa dve osovine (zadnja dvostruka)



Sl. 5.5.c. Parametri gabarita prikolice sa dve osovine (zadnja trostruka)

5.1.2. Radijusi horizontalne prohodnosti

U literaturi, problem manevarskih sposobnosti transportnih sastava uglavnom je tretiran sa ciljem da se pravilno dimenzioniše proširenje puta u krivini. U postavci za rešavanje navedenog problema pošlo se od toga da se transportni sastavi, pri kružnom kretanju ponašaju po Akermanovom principu upravljanja. Prema Akermanovom principu upravljanja pri kružnom kretanju svaka tačka transportnog sastava okreće se oko zajedničkog centra okretanja koji se nalazi, približno, u produžetku zadnje osovine vučnog vozila. Kretanje transportnog sastava minimalno mogućim (pa i bilo kojim drugim) spoljnim gabaritnim radijusom okretanja vučnog vozila, u prostoru bez fizičkih ograničenja, daje posle " n " krugova okretanja, najprostiju, teoretski određenu, kružnu putanju kretanja svih tačaka transportnog sastava (sl. 5.6). Drugim rečima i vučno i priključno vozilo, posle " n " krugova, okreću se oko jednog centra okretanja. Na osnovu takve, teoretske postavke definisani su radijusi horizontalne prohodnosti.



Sl. 5.6. Putanje kretanja kritičnih tačaka transportnog sastava pri kružnom maneuvru

Pre definisanja radijusa horizontalne prohodnosti treba se podsetiti da se analizira kretanje transportnog sastava pri manevarisanju koje, između ostalog, podrazumeva (tačka 3.1.) minimalnu brzinu kretanja i u delu kružnog manevara konstantan ugao skretanja upravljačkih točkova vučnog vozila koji se postiže dok se transportni sastav nalazi u stanju mirovanja. Pri takvom kretanju bitni su radijusi horizontalne prohodnosti onih tačaka koje su potencijalne kritične tačke pri maneuvru. Najčešće to su tačke K_1 i K_2 , sl. 5.6, a njihovi radijusi definišu se, sl. 5.7, kao:

- R - spoljni gabaritni radius okretanja: radius najudaljenije tačke vučnog vozila (tačka K_1), od centra okretanja transportnog sastava, koji se nalazi u produžetku zadnje osovine vučnog vozila.
- r_p - unutrašnji gabaritni radius okretanja priključnog vozila (tip PP - r_{pp} ; tip P - r_p ; tip ZG - r_{zg}): radius tačke priključnog vozila koja je najbliža centru okretanja transportnog sastava (tačka K_2), a nalazi se na bočnoj strani priključnog vozila u produžetku merodavne osovine

Momenat kada se centri okretanja vučnog i priključnog vozila poklapaju zavisi od gabaritnih dimenzija vučnog i priključnog vozila i od ugla skretanja upravljačkih točkova vučnog vozila. Kada se centri okretanja vučnog i priključnog vozila poklope, prema slici 5.7, svi radijusi horizontalne prohodnosti mogu se izračunati na jednostavan način.

a) tegljač sa poluprikolicom

$$r = \sqrt{R^2 - (L - l_2)^2} - B \quad [\text{m}] \quad (5.1)$$

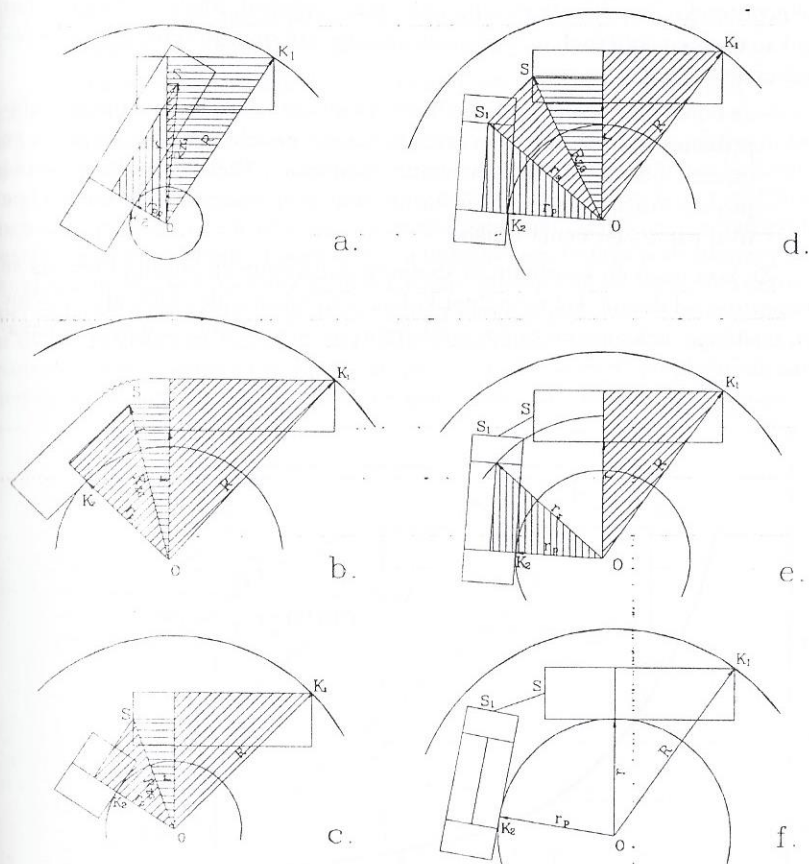
$$R_{ZG} = \sqrt{L^2 + \left(r + \frac{B}{2}\right)^2} \quad [\text{m}] \quad (5.2)$$

$$r_{pp} = \sqrt{R_{ZG}^2 - l_{pp}^2} - \frac{B_{pp}}{2} \quad [\text{m}] \quad (5.3)$$

b) zglobni autobus

$$r = \sqrt{R^2 - (l_{zg1} + l_{zg2})^2} - B_{zg} \quad [\text{m}] \quad (5.4)$$

$$R_{ZG} = \sqrt{\left(r + \frac{B_{zg}}{2}\right)^2 + L_{zg}^2} \quad [\text{m}] \quad (5.5)$$



Legenda: (a) - tegljač sa poluprikolicom; (b) - zglobni autobus; (c) - vučno vozilo sa prikolicom sa jednom osovinom; (d) - vučno vozilo sa prikolicom sa dve osovine i okretnom prednjom osovinom; (e) - vučno vozilo sa prikolicom sa dve osovine i okretnim točkovima na prednjoj; (f) - vučno vozilo sa prikolicom sa dve osovine i okretnim točkovima na obe osovine

Sl. 5.7. Radijusi horizontalne prohodnosti transportnih sastava

$$r_p = \sqrt{R_{zg}^2 - l_{zg}^2} - \frac{B_{zg}}{2} \quad [\text{m}] \quad (5.6)$$

c) vučno vozilo sa prikolicom sa jednom osovinom

$$R_{zg} = \sqrt{l_2^2 + \left(r + \frac{B}{2}\right)^2} \quad [\text{m}] \quad (5.7)$$

r - računa se po formuli 5.1

$$r_p = \sqrt{R_{zg}^2 - (l_{p1} + T)^2} - \frac{B_p}{2} \quad [\text{m}] \quad (5.8)$$

d) vučno vozilo sa prikolicom sa dve osovine i okretnom prednjom osovinom

$$r_s = \sqrt{R_{zg}^2 - (l_{p1} + T)^2} \quad [\text{m}] \quad (5.9)$$

R_{zg} se računa po formuli 5.7, a r po formuli 5.1

$$r_p = \sqrt{r_s^2 - l_p^2} - \frac{B_p}{2} \quad [\text{m}] \quad (5.10)$$

e) vučno vozilo sa prikolicom sa dve osovine i okretnim točkovima na prednjoj osovini

$$r \approx r_s$$

r se računa po formuli 5.1, a r_p po formuli 5.10.

f) vučno vozilo sa prikolicom sa dve osovine i okretnim točkovima na obe osovine

$$r_p \approx r \quad [\text{m}] \quad (5.11)$$

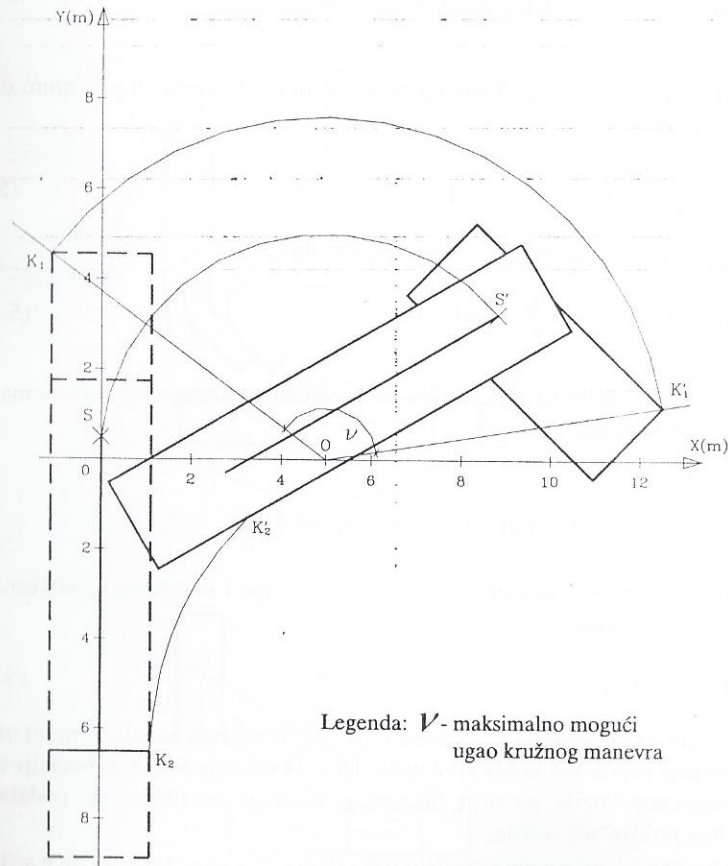
Vrednost izmeritelja r_p , odnosno r_{pp} , nije konstanta za određenu marku i tip priključnog vozila već jedna vrednost odgovara samo jednoj kombinaciji vučnog i priključnog vozila, pa se iz tih razloga ne daje kao deklarisan podatak u prospektima priključnih vozila.

Ukoliko se, pri manevru pojavi neka druga tačka kao kritična njen radijus se može takođe odrediti.

Preko izmeritelja gabaritnih dimenzija vučnog i priključnog vozila i radijusa horizontalne prohodnosti R , r_p , odnosno r_{pp} , u literaturi se kao izmeritelj manevarskih sposobnosti navodi i gabaritni prolaz.

Pod gabaritnim prolazom podrazumeva se kružni prsten, širine b ($b = R - r_p$, odnosno $b = R - r_{pp}$), koji je potreban za okretanje transportnog sastava i posle "n" krugova, minimalnim spoljnim gabaritnim radijusom okretanja vučnog vozila (sl. 5.6)

Obzirom da spoljni gabaritni radijus okretanja vučnog vozila definiše površinu koja je potrebna za okretanja celog transportnog sastava za 180° , odnosno 360° , logičan je zaključak da transportni sastavi koji imaju manji spoljni gabaritni radijus okretanja imaju i bolja manevarska svojstva. Sa druge strane, pri kružnom kretanju vučnog vozila navedenim radijusom, gabaritni prolaz je najveći.

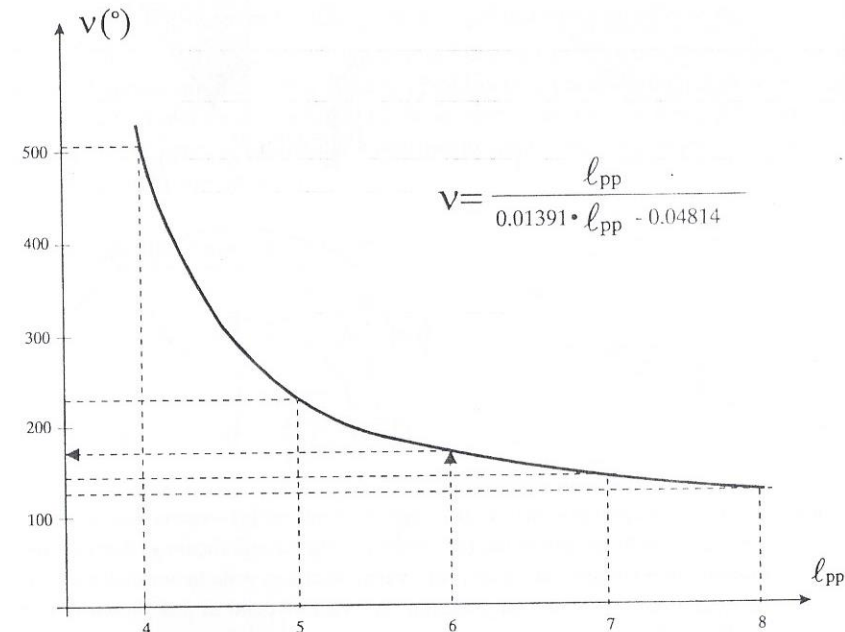


Sl. 5.8. Okretanje tegljača sa poluprikolicom velike dužine kičme, minimalnim spoljnim gabaritnim radijusom

Iz navedenog proizilazi konstatacija da uporedna analiza manevarskih sposobnosti preko ova dva izmeritelja ima protivrečnosti. Stoga se za gabaritni prolaz kao uopšten izmeritelj manevarskih sposobnosti transportnih sastava navode sledeći nedostaci:

- za određene gabaritne dimenzije priključnog vozila, uglavnom za poluprikolice velikog razmaka između sedla i zadnje osovine, ne može se minimalnim spoljnim gabaritnim radijusom okretanja vučnog vozila postići kružna putanja svih tačaka (sl. 5.8) transportnog sastava, pa ovaj parametar nema smisla.

Za koji ugao će konstantnim spoljnim gabaritnim radijusom moći da se okrene, zavisi od dužine kičme poluprikolice. Zavisnost ugla skretanja i dužine kičme, u slučaju maksimalno zaokrenutih upravljačkih točkova tegljača, prikazana je na slici 5.9.

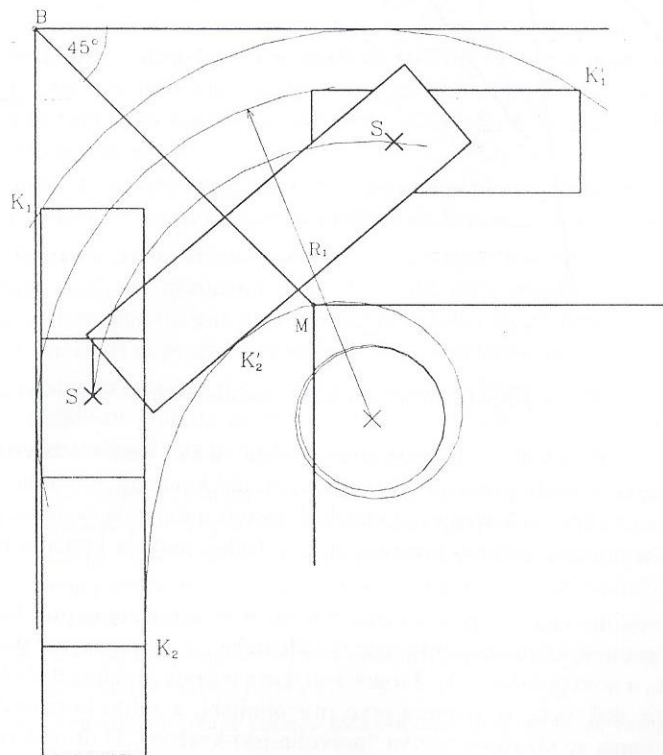


Sl. 5.9. Zavisnost ugla skretanja od dužine kičme poluprikolice

- gabaritni prolaz ne omogućava međusobno poređenje manevarskih sposobnosti transportnih sastava istog tipa, a različitih kombinacija vučnog i priključnog vozila. Može se desiti da jedan transportni sastav ima manji gabaritni radijus od drugog, a veći gabaritni prolaz.

– ako se kaže da bolja manevarska svojstva ima transportni sastav koji može da se okrene sa manjim gabaritnim radijusom, tada se za manju vrednost radijusa povećava gabaritni prolaz, što bi tumačeći gabaritni prolaz kao izmeritelj, govorilo o lošijim manevarskim sposobnostima.

Drugi autori smatraju kao adekvatniji izmeritelj manevarskih sposobnosti transportnih sastava dužinu bisektrise "BM" ugaonog prolaza koju opisuju kritične tačke transportnog sastava pri okretanju za ugao od 90° , krećući se načinom kretanja manevrisanje (sl. 5.10). Manja vrednost ovog izmeritelja definiše bolja manevarska svojstva transportnog sastava. Do vrednosti ovog izmeritelja može se doći metodom grafičke aproksimacije za poznatu gabaritnu liniju kretanja transportnog sastava. Pod gabaritnom linijom kretanja transportnog sastava podrazumeva se putanja kretanja tačke koja reprezentuje kretanje čitavog transportnog sastava (na primer sedla tegljača, tačke na vučnom vozilu za koju je prikolica vezana i slično). Da bi ovim izmeriteljem mogle da se poredе manevarske sposobnosti različitih transportnih sastava, potrebno je da se transportni sastavi okrenu "po planu" iz ispravljenog položaja za 90° , minimalnim spoljnim gabaritnim radijusom okretanja.



Sl. 5.10. Bisektrisa ugaonog prolaza

Ocena manevarskih sposobnosti transportnih sastava preko ovog izmeritelja, za različite kombinacije transportnog sastava, pokazala je saglasnost sa ocenom manevarskih sposobnosti preko spoljnog gabaritnog radijusa okretanja. Drugim rečima, dužina bisektrise BM kao izmeritelj manevarskih sposobnosti, poboljšava se smanjenjem spoljnog gabaritnog radijusa okretanja, čime se spoljni gabaritni radijus okretanja potvrđuje kao osnovni izmeritelj manevarskih sposobnosti transportnih sastava.

5.1.3. Putanje kretanja kritičnih tačaka transportnog sastava

Svaka tačka transportnog sastava, bez obzira na njegov tip, kreće se po kružnom luku oko zajedničkog centra okretanja koji se nalazi približno u produžetku zadnje osovine vučnog vozila, tek od momenta kada se postigne maksimalna zaokrenutost između vučnog i priključnog vozila. To se dešava, kao što je navedeno, tek posle n krugova okretanja konstantnim uglom skretanja upravljačkih točkova vučnog vozila, sl. 5.6. Iz tog razloga, svi navedeni izmeritelji služe samo za globalnu ocenu manevarskih sposobnosti transportnih sastava.

Da bi se izračunale površine potrebne za konkretan manevar, neophodno je poznavati oblik putanje kretanja svih potencijalnih kritičnih tačaka u prvom krugu okretanja, odnosno poznavati gabaritnu liniju kretanja transportnog sastava.

Gabaritna linija definiše se [3] kao površina ograničena putanjama kretanja krajnjih isturenih (gabaritnih) tačaka, koju transportni sastav angažuje pri realizaciji određenog cilja manevra. Krive koje ograničavaju gabaritnu liniju kretanja nazivaju se spoljašnja (putanja kritične tačke K_1) i unutrašnja (putanja kretanja kritične tačke K_2).

U delu kružnog manevra svaka tačka na vučnom vozilu kreće se po kružnom luku, oko zajedničkog centra okretanja koji se nalazi u produžetku zadnje osovine vučnog vozila. Međutim, tačke na priključnom vozilu (sve osim tačke oslonca ili veze priključnog vozila za vučno - tačka S) kreću se po krivim linijama sa tendencijom prelaska u kružnu (sl. 5.6). Oblik ovih putanja je nepodesan za analitičko opisivanje i korišćenje, a zavisi od:

- gabaritnih dimenzija vučnog vozila
- gabaritnih dimenzija priključnog vozila
- vrednosti spoljnog gabaritnog radijusa okretanja vučnog vozila

Za jednu kombinaciju vučnog i priključnog vozila oblik putanje kretanja kritične tačke transportnog sastava zavisi od vrednosti spoljnog gabaritnog radijusa okretanja vučnog vozila. Znači, svaka promena navedenog radijusa za posle-

Prva varijanta - "pravolinijski-kružno": duž S_0A_0 se pomera pravolinijski, u pravcu strelice 1, dok tačka S_0 ne zauzme položaj S_0' , a tačka A_0 položaj A_1' , odnosno dok se ne nađe na luku $n-n$ koji je opisan poluprečnikom veličine dužine kičme poluprikolice (l_{pp}) iz tačke S_1 (novi položaj tačke S_0). Dalje se duž $S_0'A_1'$ okreće u smeru kazaljke na satu (u smeru strelica 2) oko tačke A_1' za ugao se $S_0'A_1S_1$. Pri tome se tačka S_0' podudara sa tačkom S_1 . Prava na kojoj leži duž S_1A_1' određuje prvi, krajnji položaj kičme poluprikolice. Zaista, ta duž ne može da leži više levo (sl. 5.11) od prave S_1A_1' , zato što bi to značilo da je uzdužna osa poluprikolice bila prethodno okrenuta oko tačke A_0 , suprotno smeru kazaljke na satu, od svog početnog položaja, što bi pretvivurećilo njenom faktički izvedenom pravolinijskom kretanju unapred.

Druga varijanta - "kružno-pravolinijski": Duž S_0A_0 se okreće oko tačke A_0 , u smeru kazaljke na satu (u smeru strelice 3), za ugao $S_0A_0S_1$. Prema tome, uzdužna osa poluprikolice će zauzeti položaj na pravoj koja prolazi kroz tačke S_1 i A_0 . Dalje se ona premešta pravolinijski po toj pravoj u smeru ka tački S_1 (u smeru strelice 4) dok tačka A_0 ne padne na luk $n-n$, odnosno zauzme položaj A_1' .

Prava koja prolazi kroz tačke S_1 i A_1' određuje drugi krajnji položaj kičme poluprikolice. Zaista, kičma ne može da leži više desno od prave na kojoj leži duž S_1A_1' , zato što bi to značilo da je uzdužna osa poluprikolice bila prethodno okrenuta za veći ugao nego što je označeno i tačka S_0 se ne bi podudarila sa tačkom S_1 , što je nemoguće.

Faktički položaj S_1A_1 , uzdužne ose poluprikolice, kada se vodeća tačka premešta iz S_0 u S_1 , nalazi se podelom luka između tačaka A_1A_1' na pola.

Prilikom izbora veoma malog rastojanja između uzastopnih položaja tačke $S - S_0S_1, S_1S_2$, itd. rastojanja A_1A_1', A_2A_2' , itd. biće, takođe, veoma mala. Kod tako malih rastojanja traženi stvarni položaj A_1 tačke A_0 pri premeštanju tačke S_0 u tačku S_1 može da se pronađe sa velikim stepenom tačnosti.

Analizom opisanih mogućih načina kretanja kičme poluprikolice može se precizno definisati grafički postupak (sl. 5.12) za određivanje putanja kretanja prateće tačke (tačka A), za poznatu putanju kretanja vodeće tačke (tačka S):

1. Na osnovnoj putanji kretanja, $m-m$, vodeće tačke kičme poluprikolice izabere se novi položaj vodeće tačke kičme (S_1). Pri izboru novog položaja vodeće tačke treba da je ispunjen uslov: rastojanje između novog i prethodnog položaja (S_0S_1) treba da je manje od dužine razmaka osovina (S_0A_0)
2. Novi položaj vodeće tačke kičme (S_1) spoji se sa prethodnim položajem zadnje tačke kičme (A_0)
3. Iz novog položaja vodeće tačke kičme (S_1) opiše se radijus veličine $S_0A_0 = l_{pp}$.

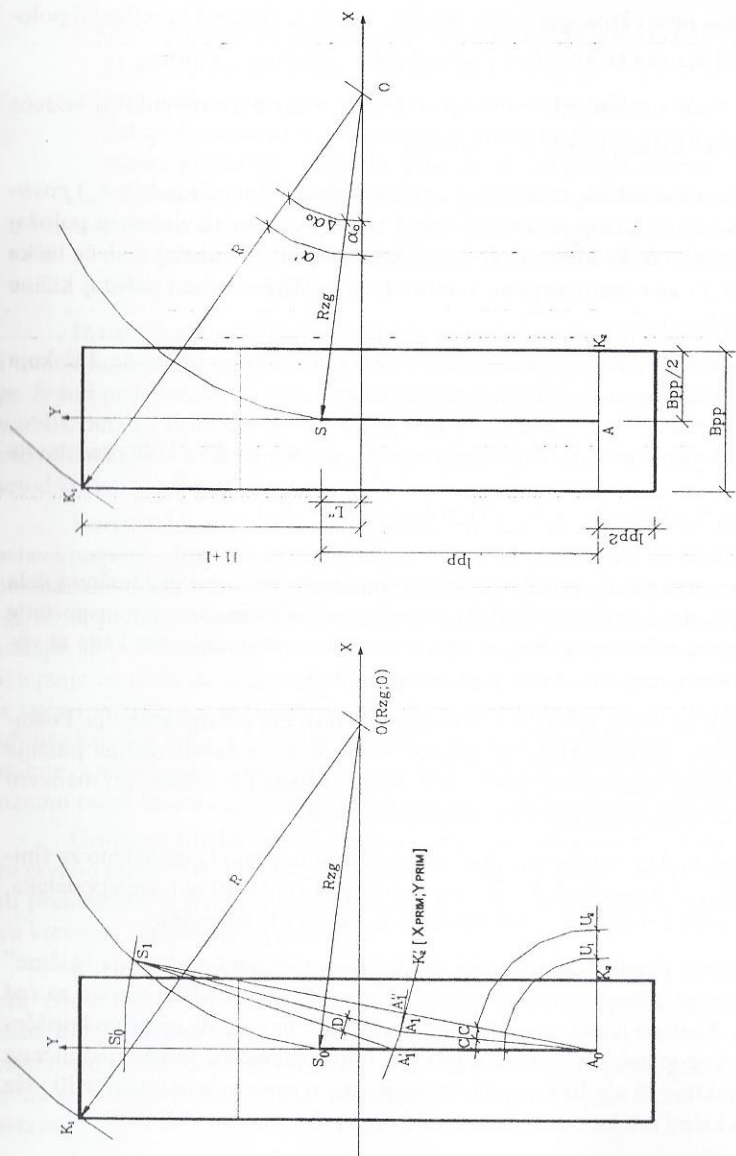
4. Presek radijusa S_0A_0 povučenog iz novog položaja vodeće tačke kičme (S_1) i prethodnog položaja kičme označi se sa (A_1'). Presek istog radijusa i duži koja spaja novi položaj vodeće tačke (S_1) i prethodni položaj prateće tačke (A_0) označi se sa A'' (A_1'')
5. Odredi se simetrala ugla čiji su kraci: tačka A' , novi položaj vodeće tačke kičme, tačka A'' ($A_1'S_1A_1''$).
6. Presek simetrale navedenog ugla i radijusa veličine ($S_0A_0 = l_{pp}$) povučenog iz novog položaja vodeće tačke (S_1) predstavlja novi položaj prateće tačke kičme (A_1), a duž koja spaja novi položaj vodeće tačke (S_1) i novi položaj prateće tačke (A_1) predstavlja novi položaj kičme poluprikolice.
7. Iz novog položaja prateće tačke (A_1) povuče se normala na duž koja predstavlja novi položaj kičme (S_1A_1)
8. U pravcu normale, na rastojanju $\frac{B_{pp}}{2}$, označi se tačka koja predstavlja novi položaj kritične tačke poluprikolice (K_2)

Na osnovu novog položaja kičme i dimenzija vučnog i priključnog dela transportnog sastava može se odrediti (nacrati) novi položaj čitavog transportnog sastava, odnosno bilo koje tačke na transportnom sastavu u momentu kada se vodeća tačka kičme pomerila iz položaja S_0 u položaj S_1 .

Na opisan način dobija se jedna tačka na traženoj putanji kretanja. Postupak se ponavlja, dobijene tačke se spajaju, sve dok se ne dobije dužina putanje koja će omogućiti bezbedno kretanje odgovarajućih kritičnih tačaka, pri manevru na površini sa konkretnim prostornim ograničenjima.

Obzirom da je korišćenje grafičke metode glomazno i neprecizno za finije analize i da jedan postupak odgovara samo jednoj vrednosti polaznih podataka, metoda je analitički razrađena i prilagođena za rad na PC računaru.

Na osnovu opisanog postupka za izračunavanje novog položaja "kičme" vozila na osnovu novog položaja vodeće tačke može se sačiniti program za rad na računaru. Korisno je sačiniti ga kao podprogram obzirom da njegovo korišćenje može biti neophodno više puta u procesu dimenzionisanja jednog jediničnog elementa strukture ili ukoliko se radi o transportnom sastavu koji ima dve ili više merodavnih kičmi (vučno vozilo sa prikolicom sa dve osovine i slično).



Sl. 5.12. Merodavni uglovi za izračunavanje putanje kičme transportnog sastava

Polazni podaci:

- ◊ Koordinate početnog položaja vodeće tačke: $S_0 (X_{S_0}; Y_{S_0})$
- ◊ Koordinate početnog položaja zadnje tačke kičme: $A_0 (X_{A_0}; Y_{A_0})$
- ◊ Koordinate novog položaja vodeće tačke: $S_1 (X_{S_1}; Y_{S_1})$
- ◊ Dužina kičme: l_{pp}
- ◊ Širina transportnog sastava: $B (B=B_{pp})$

Računa se:

- Koordinate novog položaja prateće tačke: $A_1 (X_{A_1}; Y_{A_1})$
- Koordinate novog položaja kritične tačke priključnog vozila: $K_2 (X_{PRIM}; Y_{PRIM})$

Koordinatni sistem (sl. 5.12) postavljen je tako da X osa leži u produžetku zadnje osovine vučnog vozila a Y osa na rastojanju R_{ZG} od centra okretanja transportnog sastava.

Merodavni uglovi računaju se prema sl. 5.12, po sledećim koracima:

1. Izračunavanje nagiba početnog položaja kičme:

$$U_1 = \arctg \frac{Y_{S_0} - Y_{A_0}}{X_{S_0} - X_{A_0}}$$

2. Izračunavanje nagiba prave koja spaja novi položaj vodeće tačke i prethodni položaj prateće tačke kičme:

$$U_2 = \arctg \frac{Y_{S_1} - Y_{A_0}}{X_{S_1} - X_{A_0}}$$

3. Izračunavanje udaljenja novog položaja vodeće tačke i prethodnog položaja prateće tačke kičme:

$$A_1 S_2 = \sqrt{(Y_{S_1} - Y_{A_0})^2 + (X_{S_1} - X_{A_0})^2}$$

4. Izračunavanje polovine ugla čiji su kraci prethodni položaj kičme i duž

$$C = \frac{A_0 S_1 - |U_1 - U_2|}{2}$$

5. Izračunavanje nagiba novog položaja kičme (ugao D)

$$KP_1 = A_0 S_0 \sin(c)$$

$$D = \arcsin \frac{KP_1}{l_{pp}}$$

* jednačina sečice ugla:

$$y = x \cdot \operatorname{tg}(U_1 - C) + K_1; \quad K_1 - \text{konstanta}$$

$$K_1 = Y_{A1} - X_{A1} \cdot \operatorname{tg}(U_1 - C)$$

* jednačina prave na kojoj leži kičma poluprikolice A_2S_2 :

$$y = x \cdot \operatorname{tg}(U_1 - C - D) + K_2; \quad K_2 - \text{konstanta}$$

$$K_2 = Y_{p2} - X_{p2} \operatorname{tg}(U_1 - C - D)$$

* koordinate novog položaja zadnje tačke kičme:

$$X_{A_1} = \frac{K_2 - K_1}{\operatorname{tg}(U_1 - C) - \operatorname{tg}(U_1 - C - D)}$$

$$Y_A = K_1 + X_A \cdot \operatorname{tg}(U_1 - C)$$

* koordinate kritične tačke priključnog vozila K_2 (sl. 5.12):

$$X_{PRIM} = X_{A_1} + \frac{B}{2} \cdot \cos(U90)$$

$$Y_{PRIM} = Y_{A_1} - \frac{B}{2} \cdot \sin(U90)$$

$$U90 = \frac{\pi}{2} - (U_1 - C - D)$$

5.1.4. Optimizacija načina kretanja u procesu manevrisanja

Optimizacija načina kretanja u procesu manevrisanja pri ulasku odnosno izlasku sa površine na kojoj se realizuje jedan tehnološki zahtev vrši se sa ciljem da se odredi minimalno potrebna površina jediničnog elementa strukture. Rezultat optimizacije treba da budu vrednosti izmeritelja manevarskih sposobnosti pomoću kojih će se izračunati teoretski potrebna, optimalna površina jediničnog elementa strukture. To za posledicu ima činjenicu da su vrednosti izmeritelja manevarskih sposobnosti različite za različita prostorna ograničenja u površini za manevrisanje. Time se smisao izmeritelja manevarskih sposobnosti stavlja u funkciju optimalnog dimenzionisanja prostora za kretanje i manevr, što je u suštini i njihova prava uloga.

Sl 5.13. Postupak za određivanje D_{pot}^{IS}

Optimizacija načina kretanja u procesu manevrisanja, u konkretnim prostornim ograničenjima, sastoji se u utvrđivanju:

- optimalne vrednosti spoljnog gabaritnog radijusa okretanja vučnog vozila
- optimalne dužine pravolinijskog hoda transportnog sastava koje se iskazuju koordinatama (X_{kr} , Y_{kr}). To su koordinate kritične tačke priključnog vozila u odnosu na unapred postavljeni koordinatni sistem, u trenutku kada je priključno vozilo najbliže bočnom prostornom ograničenju.

Koordinatni sistem (sl. 5.13) postavljen je tako da X osa leži u produžetku zadnje osovine vučnog vozila, a Y osa na rastojanju radijusa R_{ZG} od centra okretanja transportnog sastava i to u položaju iz koga transportni sastav prelazi iz pravolinijskog kretanja u kružno.

Optimizacija načina kretanja vršena je po određenoj metodologiji [7] tako što je računata teoretski potrebna širina prolaza, D_{pot}^{TS} , za različite vrednosti spoljnog gabaritnog radijusa okretanja vučnog vozila. Metodologija je nezavisna od tipa transportnog sastava i od kombinacije vučnog i priključnog vozila u okviru svakog tipa. D_{pot}^{TS} određivano je uz sledeće uslove:

- transportni sastav se pri manevru kreće hodom unapred, kombinacijom pravolinijskog i kružnog manevra
- bočno rastojanje, a , od transportnog sastava u početnom položaju i bočnog prostornog ograničenja uzeto je 1.0m, kao posledica normativa koji određuju minimalno potrebnu širinu prostora za otvaranje vrata vučnog vozila. Kroz eksperimentalna istraživanja potvrđeno je da srednja vrednost ovog rastojanja iznosi $a=0.964m$.
- transportni sastav svojim kritičnim tačkama, pri manevru sme da tangira i bočno i čeno prostorno ograničenje
- desna, gornja tačka (na prednjem kraju vučnog vozila), tačka M , pri manevrisanju u najnepovoljnijem slučaju, sme da tangira donje, čeno prostorno ograničenje.
- postupak izračunavanja D_{pot}^{TS} sproveden je za unapred zadati odnos između površine koja je cilj manevra i površine za manevrisanje (ugao jediničnog elementa strukture) od 30°, 45°, 60°, 75° i 90°.

Minimalno izračunatoj vrednosti za D_{pot}^{TS} odgovara optimalna vrednost spoljnog gabaritnog radijusa okretanja vučnog vozila (R_t), pa samim tim i vrednost Y_{kr} , obzirom da je X_{kr} nezavisno od optimalne dužine pravolinijskog hoda.

5. Dimenzionisanje jediničnih elemenata strukture transportnih sastava

Za uglove $0^\circ < \alpha < 90^\circ$ D_{pot}^{TS} , sl. 5.12, računa se po formuli:

$$D_{pot}^{TS} = R_t - \left(R_{ZG} - X_{kr} + \frac{Y_{kr}}{\cotg \alpha} \right) \cos \alpha \quad [m] \quad (5.12)$$

a za $\alpha = 90^\circ$ po formuli:

$$D_{pot}^{TS} = R_t - Y_{kr} \quad (5.13)$$

gde je:

- R_t – vrednost spoljnog gabaritnog radijusa okretanja vučnog vozila
- R_{ZG} – poluprečnik okretanja vodeće tačke kičme transportnog sastava. Zavisí od vrednosti spoljnog gabaritnog radijusa okretanja (R_t) i gabaritnih dimenzija vučnog vozila, a računa se, u zavisnosti od tipa transportnog sastava, prema formulama 5.2, 5.5 ili 5.7.
- X_{kr} – udaljenje bočnog prostornog ograničenja od Y ose, odnosno kritične tačke priključnog vozila u momentu kada, pri manevru, tangira bočno prostorno ograničenje
- Y_{kr} – udaljenje bočnog prostornog ograničenja od X ose, odnosno kritične tačke priključnog vozila u momentu kada, pri manevru, tangira bočno prostorno ograničenje

U opštem slučaju koordinate $[X_{kr}; Y_{kr}]$ zavise od gabaritnih dimenzija vozila i spoljnog gabaritnog radijusa okretanja vučnog vozila:

$$[X_{kr}; Y_{kr}] = f(R_t, IND1, IND2), \quad \text{gde je:}$$

$IND1$ - parametri gabarita vučnog vozila

$IND2$ - parametri gabarita priključnog vozila

Imajući u vidu uslove pod kojima se izračunava minimalno potrebna širina prolaza sledi da je:

$$X_{kr} = X_{A_0} + \frac{B}{2} + a, \quad \text{gde je:} \quad (5.14)$$

X_{A_0} - koordinata zadnje tačke kičme priključnog vozila kada se transportni sastav nalazi u ispravljenom položaju, u momentu kada prelazi iz pravolinijskog kretanja u kružno:

$$X_{A_0} = R_{ZG} - \left(\frac{B}{2} + r \right) \quad (5.15)$$

B – širina vozila

a – rastojanje između bočne strane transportnog sastava i bočnog prostornog ograničenja

α – ugao između podužne ose površine koja je cilj manevra i površine za manevrisanje

Imajući u vidu zavisnost oblika putanje kretanja kritične tačke priključnog vozila od spoljnog gabaritnog radijusa okretanja vučnog vozila (tačka 5.1) i potrebu optimizacije navedenog radijusa u zavisnosti od prostornih ograničenja u površini za manevrisanje, jasno je da se za navedena izračunavanja koristio računar, a kružno kretanje transportnih sastava simulira po metodi koja je objašnjena u tački 5.1.

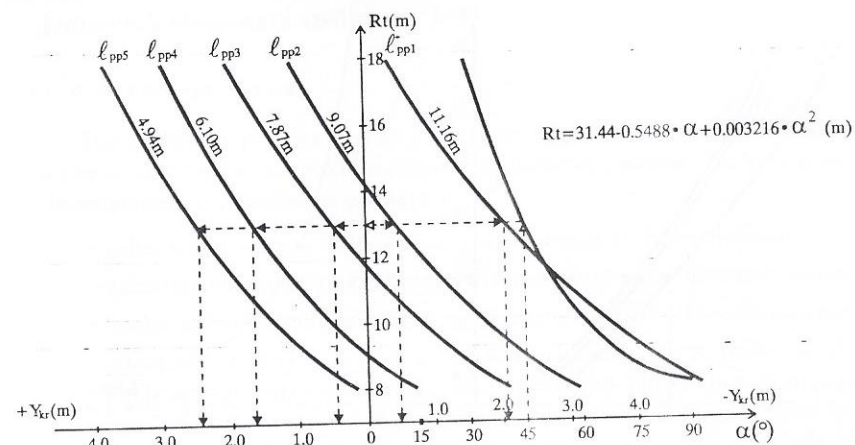
Obrađena su sva tri osnovna tipa transportnih sastava, a u okviru njih karakteristične kombinacije vučnih i priključnih vozila. Na osnovu rezultata dobijenih primenom opisane metodologije mogu se izvući sledeći zaključci:

- gabariti vučnog vozila ne utiču na izbor optimalnog načina kretanja u procesu manevrisanja.
- izbor optimalnog spoljnog gabaritnog radijusa okretanja zavisi isključivo od ugla koji zaklapaju površina koja je cilj manevra i površina za manevrisanje
- izbor optimalne dužine pravolinijskog hoda zavisi od spoljnog gabaritnog radijusa okretanja vučnog vozila i dužine kičme transportnog sastava. Optimalna dužina pravolinijskog hoda za konkretno X_{kr} iskazuje se koordinatom Y_{kr} . Od dužine kičme poluprikolice zavisi i ugao skretanja koji transportni sastav može da ostvari krećući se minimalnim spoljnim gabaritnim radijusom okretanja (sl. 5.8).

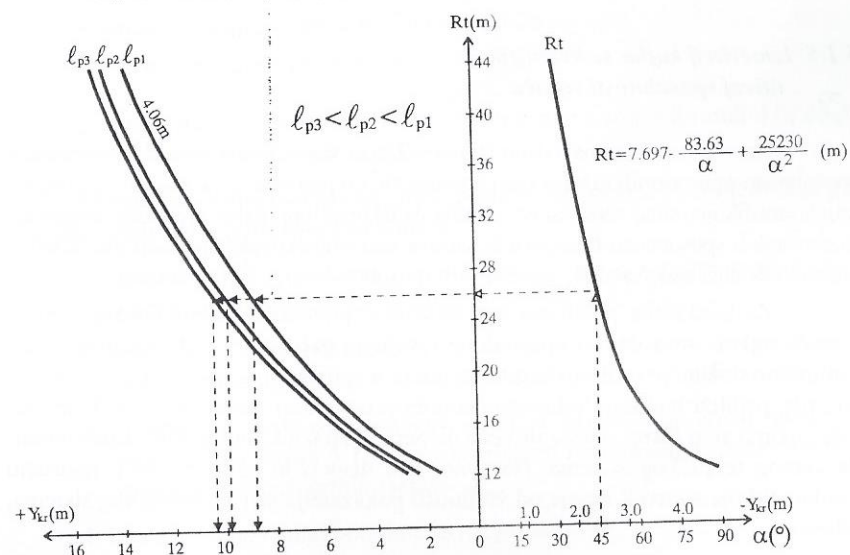
Na primeru obrađenih transportnih sastava karakterističnih tipova transportnih sastava (sl. 5.14, 5.15 i 5.16) prikazana je zavisnost parametara koji karakterišu optimalni način kretanja u procesu manevrisanja. Parametri kojima se definiše optimalni način kretanja u procesu manevrisanja zavise od ugla jediničnog elementa i dužine kičme priključnog dela transportnih sastava. Značaj ovih dijagrama je što na jednostavan način daju izbor optimalnog radijusa okretanja vučnog vozila i dužine pravolinijskog hoda transportnog sastava. Za utvrđivanje optimalnog načina kretanja u procesu manevrisanja, znači, dovoljno je poznavati ugao jediničnog elementa strukture i dužinu kičme priključnog vozila.

Svi navedeni izmeritelji odnose se na manevarske sposobnosti transportnih sastava kao tehničkih sistema.

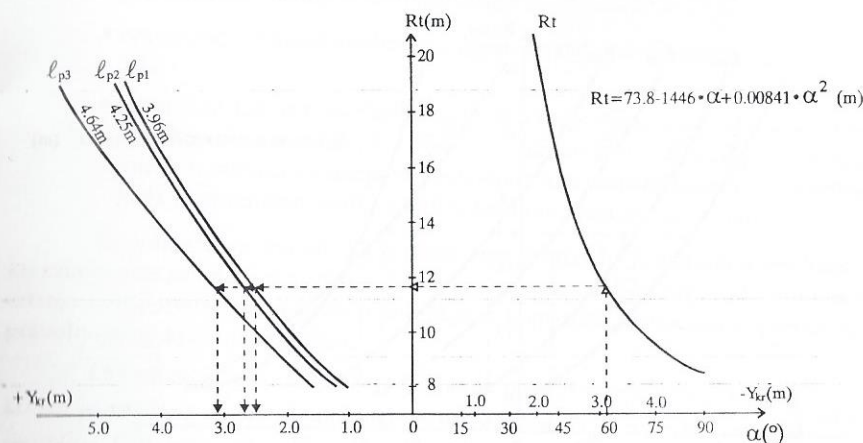
U procesu manevrisanja u ograničenom prostoru transportni sastav prešta u sistem mašina, čovek, ograničenje, tako da je za ocenu realnih manevarskih sposobnosti, pored navedenih izmeritelja, potrebno poznavati i izmeritelj kojim se kvantifikuje uticaj sposobnosti vozača na iskorišćenje manevarskih sposobnosti transportnih sastava kao tehničkih sistema.



Sl. 5.14. Optimizacija načina kretanja u procesu manevrisanja transportnog sastava tipa PP



Sl. 5.15. Optimizacija načina kretanja u procesu manevrisanja transportnog sastava tipa ZG



Sl. 5.16. Optimizacija načina kretanja u procesu manevarisanja transportnog sastava tipa P

5.1.5. Izmeritelj kojim se kvantifikuje uticaj sposobnosti vozača

Kao što je ranije navedeno (tačka 3.2.), za sagledavanje realnih manevarskih sposobnosti transportnih sastava (kao sistema MČO) potrebno je poznavati i parametar koji kvantifikuje uticaj sposobnosti vozača da iskoristi optimalne vrednosti izmeritelja manevarskih sposobnosti transportnih sastava kao tehničkih sistema, odnosno koeficijent iskorišćenja maksimalnih manevarskih sposobnosti, μ_{ms} .

Za konkretna prostorna ograničenja u površini za manevarisanje, uticaj vozača ogleda se u izboru optimalnog spoljnog gabaritnog radijusa okretanja i optimalne dužine pravolinijskog hoda, kao i u sposobnosti da se u toku manevara što više približi bočnom, odnosno čeonom prostornom ograničenju. Faktor "čovek" uzima se u formi manje ili veće disperzije izlaznih, optimalnih karakteristika samog tehničkog sistema. Naravno, ove disperzije realizuju se u području vrednosti koje su uvek manje od vrednosti pokazatelja samog tehničkog sistema, odnosno:

$$\mu_{ms} \leq 1$$

Vrednosti koeficijenta iskorišćenja maksimalnih manevarskih sposobnosti utvrđene su na bazi poredenja realno potrebne širine prostora za manevarisanje sa teoretski potrebnom širinom.

$$\mu_{ms} \frac{D_{pot}^{TS}}{D_{pot}}, \text{ gde je:} \quad (5.16)$$

D_{pot}^{TS} – teoretski potrebna širina prostora za manevar

D_{pot} – realno potrebna širina prostora za manevar, odnosno širina prostora koju je angažovao vozač

Realno potrebna širina utvrđena je eksperimentalnim istraživanjima po određenju metodologiji [7] u karakterističnim, zadatim prostornim ograničenjima.

Istraživanja su sprovedena na velikom broju kombinacija vučnog i priklučnog vozila istog tipa transportnog sastava i određenom uzorku vozača, za karakteristične uglove jediničnih elemenata (30°, 45°, 60°, 75° i 90°).

Statističkom obradom podataka dobijenih istraživanjima izvršena je kvantifikacija ovog koeficijenta za sva tri tipa transportnih sastava. Analiza rezultata dobijenih istraživanjima pokazala je da koeficijent iskorišćenja maksimalnih manevarskih sposobnosti zavisi od tipa transportnog sastava, a u okviru svakog tipa od ugla koji zaklapaju podužna ose površine koja je cilj manevara i podužna osa površine za manevarisanje (ugla jediničnog elementa strukture):

$$\mu_{ms} = f(\text{tipa transportnog sastava; } \alpha)$$

Zavisnost koeficijenta iskorišćenja maksimalnih manevarskih, u okviru svakog tipa, od ugla jediničnog elementa strukture prikazana je na dijagramu, sl. 5.17, a može se prikazati zavisnošću oblika:

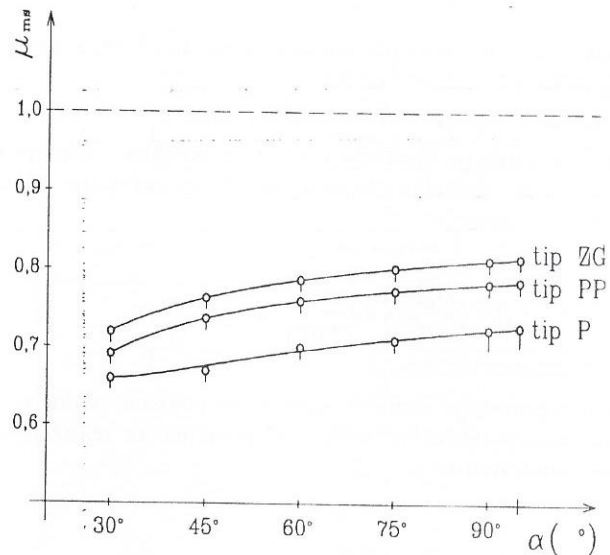
$$\text{tip PP: } \mu_{ms} = 0.8264 - \frac{4.0465}{\alpha} \quad (5.17)$$

$$\text{tip ZG: } \mu_{ms} = 0.552 - \frac{4.0888}{\alpha} \quad (5.18)$$

$$\text{tip P: } \mu_{ms} = 0.7998 - \frac{8.3034}{\alpha} + \frac{123.0779}{\alpha^2} \quad (5.19)$$

Sa dijagrama se vidi da koeficijent μ_{ms} opada sa smanjivanjem ugla jediničnog elementa. Razlog ovome treba tražiti u sposobnosti vozača da izabere način kretanja, u procesu manevarisanja, koji će najviše odgovarati optimalnom

načinu kretanja. Ako se analiziraju rezultati optimizacije načina kretanja u procesu manevrisanja, zaključuje se da sa smanjivanjem ugla jediničnog elementa raste vrednost optimalnog radijusa okretanja (sl. 5.14, 5.15 i 5.16). Što je ova vrednost veća, veća su i odstupanja koja proizvodi vozač, jer vozač nema mogućnost kontrole ugla skretanja upravljačkih točkova, odnosno radijusa R_f . Kod ugla od 90° optimalna vrednost radijusa R_f približno je jednaka deklariranoj vrednosti koja se postiže maksimalnom zaokrenutošću točka upravljača, pa je kontrola manevra od strane vozača moguća. Manevar pod manjim uglom jediničnog elementa je za vozača lakši, pa je njegovo ponašanje za vreme manevra komotnije. Sa druge strane, širina prolaza sa opadanjem ugla opada, i teoretska i realna. Iste vrednosti odstupanja koje proizvodi vozač, u apsolutnom iznosu, kod manjih širina imaju znatno veći uticaj nego kod velikih širina prostora za manevr.



Sl. 5.17. Zavisnost μ_{ms} od tipa transportnog sastava i ugla jediničnog elementa

Manji dijapazon vrednosti za μ_{ms} i blaži porast sa promenom ugla jediničnog elementa navise, kod tipa P u odnosu na tip PP i ZG, posledica su većeg priraštaja, u apsolutnom iznosu, na širinu prostora za manevrisanje koju traži transportni sastav kao tehnički sistem.

5.2. Metoda za dimenzionisanje jediničnih elemenata strukture

Dimenzionisanje jediničnih elemenata strukture radi se po istoj metodologiji kao za solo vozila, za svaki tip jediničnog elementa posebno. Da bi se izvršilo dimenzionisanje potrebno je poznavati:

- gabaritne dimenzije vučnog vozila merodavnog za dimenzionisanje
- gabaritne dimenzije priključnog vozila merodavnog za dimenzionisanje
- spoljni gabaritni radijus vučnog vozila merodavnog za dimenzionisanje
- izmeritelje funkcije, za koju se jedinični element dimenzioniše, sa aspekta njenih zahteva prema dimenzijama jediničnih elemenata (a , c). Vrednosti izmeritelja, kao što je navedeno (tačka 2.4.) posledica su specifičnosti tehnoloških zahteva koji se na njima realizuju, a slede iz opisa samih funkcija (tačka 2.2.).

Problem dimenzionisanja jediničnih elemenata strukture, svodi se na, sl. 4.4:

- dimenzionisanje dužine jediničnog elementa strukture
- dimenzionisanje širine jediničnog elementa i
- dimenzionisanje širine prolaza

Dužina jediničnog elementa strukture izračunava se po formuli 4.5, odnosno 4.6, a širina po formuli 4.3, odnosno 4.4.

Postupak za dimenzionisanje širine prolaza, bez obzira na tip jediničnog elementa, svodi se na četiri osnovna koraka:

1. Optimizacija načina kretanja transportnog sastava u procesu manevra u konkretnim prostornim ograničenjima (tačka 5.1.4)
2. Izračunavanje teoretski potrebne širine prolaza, odnosno, širine prolaza koju pri manevru zahteva transportni sastav kao tehnički sistem
3. Utvrđivanje vrednosti parametra kojim se kvantifikuje uticaj sposobnosti vozača (tačka 5.1.5) na iskorišćenje maksimalnih manevarskih sposobnosti transportnih sastava, μ_{ms} .
4. Izračunavanje realno potrebne širine prolaza, D_{pot}

Realno potrebna širina prolaza računa se po formuli:

$$D_{pot} = \frac{D_{pot}^{TS}}{\mu_{ms}} \quad [m] \quad (5.20)$$

gde je:

- D_{pot} – realna, minimalno potrebna širina površine za manevrisanje transportnog sastava u određenim prostornim ograničenjima
- D_{pot}^{TS} – teoretska, minimalno potrebna širina površine za manevrisanje transportnog sastava u određenim prostornim ograničenjima
- μ_{ms} – koeficijent iskorišćenja maksimalnih manevarskih sposobnosti transportnih sastava u datim prostornim ograničenjima

Specifičnost konstrukcije transportnih sastava uslovljava da se za izračunavanje teoretski potrebne širine prostora potrebnog za realizaciju određenog cilja manevra D_{pot}^{TS} , mora koristiti (za sve tipove jediničnih elemenata strukture izuzev tipa V i tipa VI ukoliko se radi o organizaciji elemenata operativne površine sa više lamela jediničnih elemenata strukture u kom slučaju je $D_{ul} = D_{izl}$) grafički postupak ili simulacija kretanja u procesu manevrisanja opisana u tački 5.1.3.

Koeficijent iskorišćenja maksimalnih manevarskih sposobnosti transportnih sastava u datim prostornim ograničenjima, bira se za određeni ugao jediničnog elementa i za određeni tip transportnog sastava sa dijagrama, sl. 5.17 ili se računa po formuli 5.15, 5.17 ili 5.18 u zavisnosti od tipa transportnog sastava.

Preporuka je, takođe, da za realizaciju nekog od elemenata operativne površine treba birati tipove jediničnih elemenata strukture sa obeležjem: kretanje hodom unapred i pri ulasku i pri izlasku sa dela jediničnog elementa na kome se realizuje tehnološki zahtev. Izuzetak čine tipovi jediničnih elemenata III i V ukoliko se radi o tegljačima sa poluprikolicom (tip PP) ili zglobnom autobusu (tip ZG). Moguće je i sa ostalim vrednostima obeležja jediničnog elementa strukture realizovati konkretan tehnološki zahtev transportnog sastava, ali se time ne obezbeđuje potreban nivo usluge ni vozačima ni ostalim korisnicima ovih površina. Ovo se sreće, eventualno, samo kod površina koje su promenile namenu, a osnovni im je zahtev realizacija funkcije bez obzira na nivo usluge.

5.2.1. Dimenzionisanje površine jediničnog elementa strukture tipa I

Obeležja jediničnog elementa: sl. 2.8.

Optimizacija načina kretanja: pravolinijski

Postupak za dimenzionisanje: Obzirom da je kod ovog tipa jediničnog elementa strukture izlazak po redosledu dolaska, znači zavisn, površina jedinič-

nog elementa koja služi za realizaciju tehnološkog zahteva koristi se i za kretanje i za manevar u svrhu ulaska i izlaska sa njega.

Površina jediničnog elementa strukture računa se po formuli 2.1, s tim što se za dužinu transportnog sredstva uzima ukupna dužina transportnog sastava.

5.2.2. Dimenzionisanje površine jediničnog elementa strukture tipa II

Obeležja jediničnog elementa: sl. 2.8.

Optimizacija načina kretanja: kružno, pravolinijski, kružno, pravolinijski, ..., kružno

Postupak za dimenzionisanje: prikazan je na slici 5.18, a sprovodi se po postupku koji je prikazan na algoritmu 5.1.

Površina jediničnog elementa strukture računa se po formuli:

1. Slučaj organizacije elementa operativne površine: jedna površina za manevrisanje opslužuje dva reda površina za realizaciju zahteva transportnih sredstava:

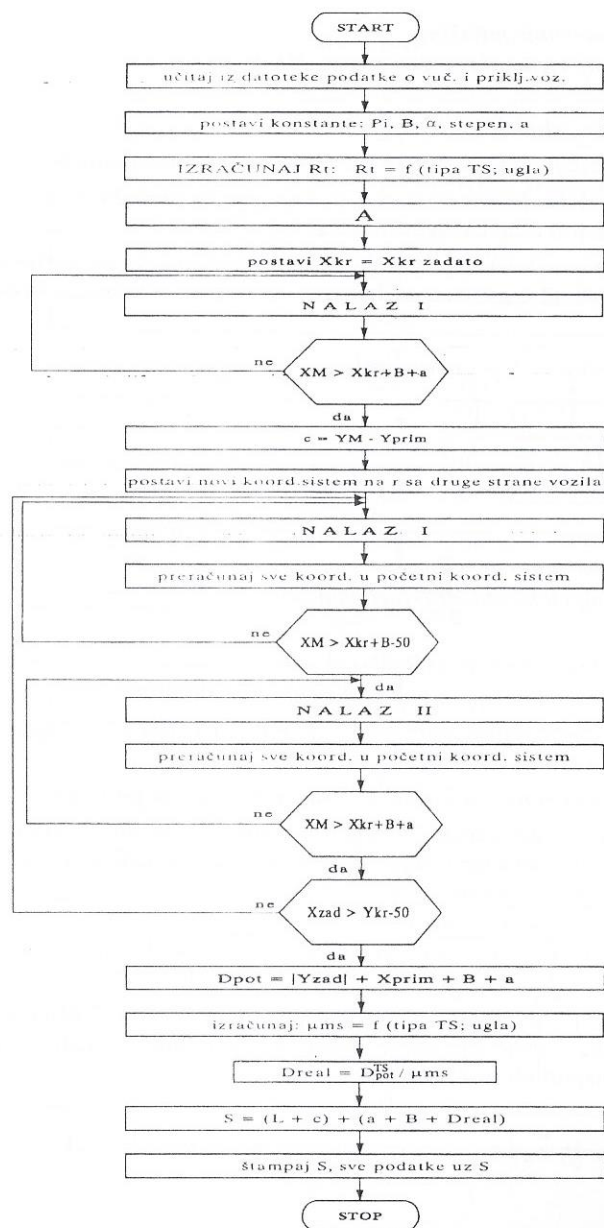
$$S = (L + c) \left(a + B + \frac{D_{pot}^{TS}}{2 \cdot \mu_{ms}} \right) \left[\frac{m^2}{voz} \right] \quad (5.21)$$

2. Slučaj organizacije elementa operativne površine: jedna površina za manevrisanje opslužuje jedan red površina za realizaciju zahteva transportnih sredstava:

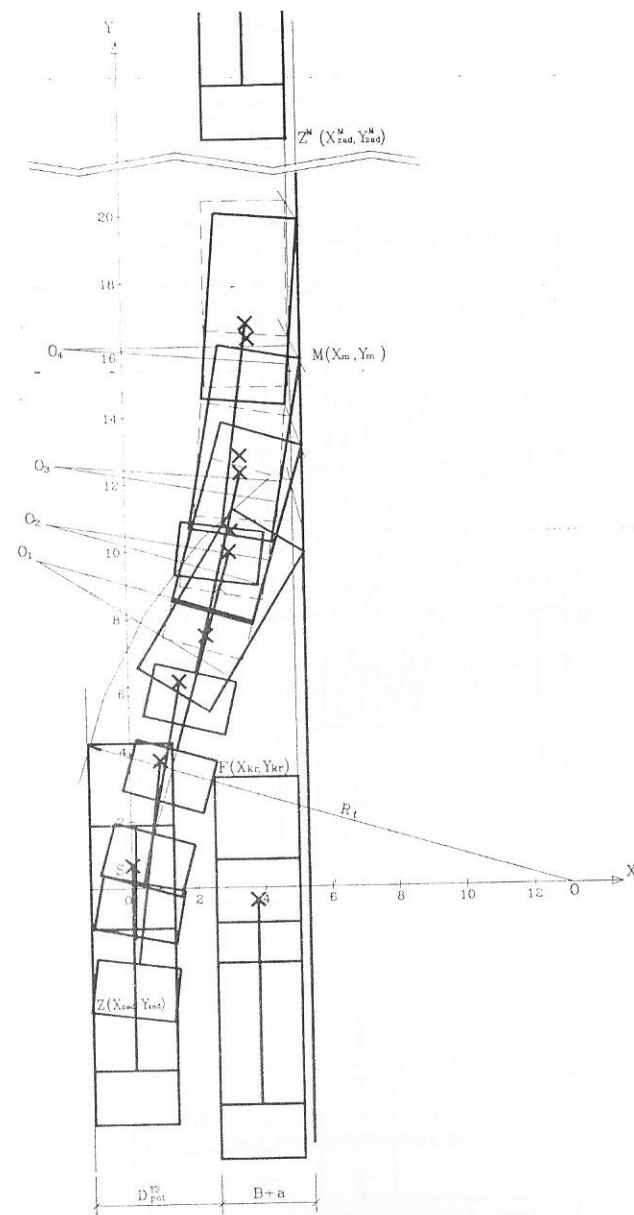
$$S = (L + c) \left(a + B + \frac{D_{pot}^{TS}}{\mu_{ms}} \right) \left[\frac{m^2}{voz} \right] \quad (5.22)$$

U oba slučaja širina prolaza potrebna za ulazak i izlazak sa dela jediničnog elementa na kome se realizuje tehnološki zahtev vozila računa se po formuli:

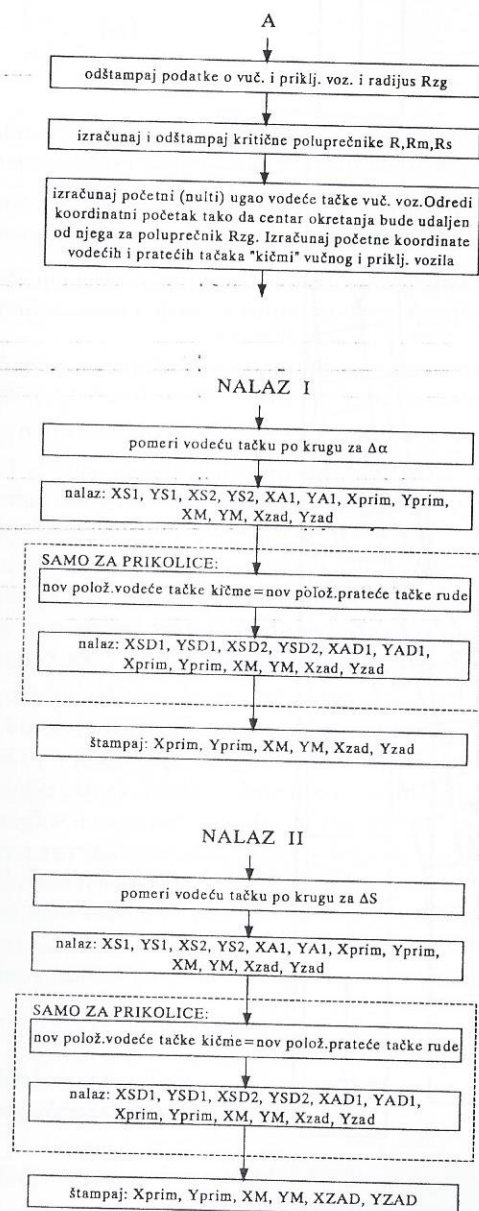
$$D_{pot}^{TS} = |X_{ZAD}| + X_{KR} + B + a \quad [m] \quad (5.23)$$



Algoritam 5.1. Postupak za dimenzionisanje jediničnog elementa strukture tipa II



Sl. 5.18. Dimenzionisanje jediničnog elementa strukture tipa II



Sl. 5.19. Postupak za korak A i korake Nalaz I i Nalaz 2 u algoritmima

5.2.3. Dimenzionisanje površine jediničnog elementa strukture tipa III

Obeležja jediničnog elementa: sl. 2.8.

Optimizacija načina kretanja: kružno, pravolinijski, kružno

Postupak za dimenzionisanje: prikazan je na sl. 5.20, a sprovodi se po postupku koji je prikazan na algoritmu 5.2.

Površina jediničnog elementa strukture računa se po formuli 5.20 ili 5.21, u zavisnosti od organizacije elementa operative površine, a širina prolaza po formuli:

$$D_{pot}^{TS} = X_M - (X_{A_{poc}} + B) \quad [m] \quad (5.24)$$

$$c = Y_{kr} - (l_1 + l) \quad [m] \quad (5.25)$$

$$Y_{kr} = \sqrt{R_i^2 - r^2} \quad [m] \quad (5.26)$$

5.2.4. Dimenzionisanje površine jediničnog elementa strukture tipa IV

Obeležja jediničnog elementa: sl. 2.8.

Optimizacija načina kretanja: kružno, pravolinijski

Postupak za dimenzionisanje: prikazan je na slici 5.21, a sprovodi se po postupku koji je prikazan na algoritmu 5.3.

Površina jediničnog elementa strukture računa se po formuli:

1. Slučaj organizacije elementa operative površine: jedna površina za manevrisanje opslužuje dva reda površina za realizaciju zahteva transportnih sredstava:

$$S = (B + a) \left[L_{uk} + c + (B + a) \cotg \alpha + \frac{D_{pot}^{TS}}{2 \cdot \mu_{ms} \sin \alpha} \right] \quad [m] \quad (5.27)$$

2. Slučaj organizacije elementa operative površine: jedna površina za manevrisanje opslužuje jedan red površina za realizaciju zahteva transportnih sredstava:

$$S = (B + a) \left[L_{uk} + c + (B + a) \cotg \alpha + \frac{D_{pot}^{TS}}{\mu_{ms} \sin \alpha} \right] \quad [m] \quad (5.28)$$

gde je:

$$D_{pot}^{TS} = |X_{ZAD}| + X_{kr} \quad [m] \quad (5.29)$$

Sl. 5.21. Dimenzionisanje jediničnog elementa strukture tipa IV

5.2.5. Dimenzionisanje površine jediničnog elementa strukture tipa V

Obeležja jediničnog elementa: sl. 2.8.

Optimizacija načina kretanja: pravolinijski, kružno

Postupak za dimenzionisanje: prikazan je na slici 5.22, a sprovodi se po postupku koji je prikazan na algoritmu 5.4.

Površina jediničnog elementa strukture računa se po formuli 5.26 ili 5.27, u zavisnosti od organizacije elemenata strukture, pri čemu je:

$$D_{pot}^{TS} = R_t - \left(R_{ZG} - X_{kr} + \frac{Y_{kr}}{\cotg \alpha} \right) \cos \alpha \quad (5.30)$$

gde je:

R_t – optimalna vrednost spoljnog gabaritnog radijusa okretanja (očitava se, u zavisnosti od tipa transportnog sastava sa dijagrama 5.14, 5.15 ili 5.16 ili se računa iz odgovarajuće formule (takode u zavisnosti od tipa transportnog sastava) $R_t = f(a)$).

R_{ZG} – u zavisnosti od tipa transportnog sastava računa se po formuli 5.2, 5.5 ili 5.7

X_{kr} – pozicija čeonog prostornog ograničenja, računa se po formuli 5.13.

Y_{kr} – U zavisnosti od tipa transportnog sastava očitava se sa dijagrama 5.14, 5.15 ili 5.16.

5.2.6. Dimenzionisanje površine jediničnog elementa strukture tipa VI

Obeležja jediničnog elementa: sl. 2.8.

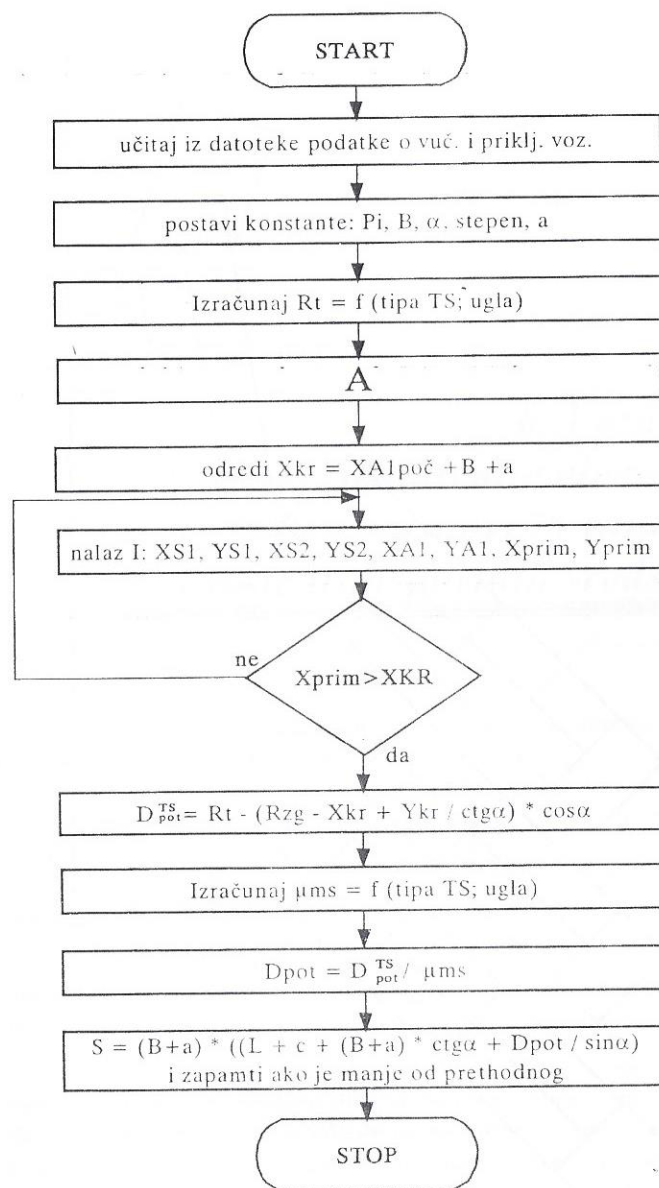
Optimizacija načina kretanja: ulazak: kružno, pravolinijski; izlazak: pravolinijski, kružno

Postupak za dimenzionisanje: prikazan je na slici 5.22. Širina prolaza potrebna za ulazak na deo jediničnog elementa na kome se realizuje tehnološki zahtev određuje se po postupku prikazanom na algoritmu 5.3, a širina prolaza određuje se po postupku prikazanom na algoritmu 5.4.

Površina jediničnog elementa strukture računa se po formuli :

1. Slučaj organizacije elementa operativne površine: postoji samo jedan red površina jediničnog elementa na kome se realizuju tehnološki zahtevi, koji opslužuju dva prolaza ($D_{pot/ul}^{TS}$ i $D_{pot/izl}^{TS}$), sl. 2.17:

$$S = (B+a) \left[L_{uk} + c + (B+a) \cotg \alpha + \frac{D_{pot/ul}^{TS} + D_{pot/izl}^{TS}}{\mu_{ms} \sin \alpha} \right] [m] \quad (5.31)$$



Algoritam 5.4. Postupak za dimenzionisanje jediničnog elementa strukture tipa IV

Kod ovakve organizacije elementa operativne površine, naročito ako se radi o parkiralištu i za $D_{pot\,lul}^{TS}$ i $D_{pot\,lzl}^{TS}$ bira se veća širina, a to je po pravilu $D_{pot\,lzl}^{TS}$. Znači $D_{pot\,lul}^{TS} = D_{pot}^{TS}$, pa se površina jednog parking mesta računa kao:

$$S = (B + a) \left[L_{uk} + c + (B + a) \cotg \alpha + \frac{2D_{pot}^{TS}}{\mu_{ms} \sin \alpha} \right] \left[\frac{m^2}{voz} \right] \quad (5.32)$$

2. Slučaj organizacije elementa operativne površine: postoji više redova površina jediničnog elementa na kojima se realizuju tehnološki zahtevi. Svaki red opslužuju dva prolaza. U ovakvim slučajevima širina prolaza za izlazak iz jednog reda ujedno je i širina prolaza za ulazak u drugi red, odnosno $D_{pot\,lul}^{TS} = D_{pot\,lzl}^{TS} = D_{pot}^{TS}$, sl. 2.16, pa se površina jediničnog elementa strukture računa po formuli 5.27.

5.2.7. Dimenzionisanje površine jediničnog elementa strukture tipa VII

Obeležja jediničnog elementa: sl. 2.8.

Optimizacija načina kretanja: kružno, pravolinijski, kružno, pravolinijski, ..., kružno

Postupak za dimenzionisanje: sprovodi se, u zavisnosti od pozicije prostornih ograničenja u površini za realizaciju jediničnog elementa, kombinacijom navedenih metoda za prvih šest tipova jediničnih elemenata strukture.

Površina jediničnog elementa strukture računa se po formuli 2.2, do 2.7, u zavisnosti od organizacije jediničnih elemenata na konkretnom elementu operativne površine.

6. Veza tipa jediničnog elementa, osnovnih funkcija i vrste transportnih sredstava

Koji će tip jediničnog elementa biti izabran za realizaciju konkretne osnovne funkcije zavisi od više faktora:

- Tipa operativne površine (tip operativne površine određuje se prema tome da li su zahtevi transportnih sredstava ispostavljeni kao zahtevi predmeta rada ili kao zahtevi sredstava rada), odnosno da li se radi o operativnoj površini preduzeća sa logističkim aktivnostima, ili o operativnoj površini autotransportnog preduzeća.
- Specifičnosti tehnološkog procesa koji se na operativnoj površini odvija koja uglavnom zavisi od strukture operativne površine, odnosno od stepena složenosti operativne površine (sl. 2.3).
- Tehnoloških zahteva opsluživanja na osnovnim funkcijama U ovom slučaju to su zahtevi koji se odnose na ograničenja vezana za obeležja tipa, i to: ugao jediničnog elementa i za način ulaska ili način izlaska sa dela jediničnog elementa na kome se realizuje tehnološki zahtev.
- Vrste transportnog sredstva (solo vozila ili transportni sastavi).

Analizom tehnološkog procesa koji se odvija na terminalu na čijoj se operativnoj površini realizuju sve osnovne funkcije (operativna površina najslabije strukture), može se zaključiti sledeće:

- Na funkcijama F1 (registracija ulaska transportnog sredstva u sistem terminala) i F7 (registracija izlaska transportnog sredstva iz sistema terminala) kriterijume za izbor tipa jediničnog elementa strukture diktiraju uslovi na saobraćajnici javnog karaktera iz koje se ulaz, odnosno izlaz ostvaruje i tehnološki zahtevi na samim funkcijama. Drugim rečima, odabrani tip jediničnog elementa strukture mora imati obeležje kretanja hodom unapred i pri ulasku i pri izlasku sa dela jediničnog elementa na kome se tehnološki zahtev realizuje.
- Na funkcijama F2 (prijem) i F6 (otprema) transportno sredstvo se pojavljuje kao sredstvo rada, s tim što su putnici ili roba predmet rada. Za izbor tipa jediničnog elementa strukture presudni su zahtevi koje ispostavljaju putnici ili roba i oni se pojavljuju u formi ograničenja. Kada je reč o putničkim terminalima, tada se uslovljava da je kretanje transportnog sredstva, (kada su u njemu putnici) sa što nižim stepenom složenosti i takav način ulaska na jedinični element strukture na kome se realizuje tehnološki zahtev koji osigurava potrebnu bezbednost i putnika u autobusu (za funkciju prijem) i putnika koji čekaju na ukrcajanje u autobus (za funkciju otpreme).
- Na funkcijama F3 (smeštaj), F4 (snabdevanje) i F5 (tehničke intervencije) transportno sredstvo se pojavljuje kao predmet rada. Za izbor tipa jediničnog elementa strukture treba obratiti pažnju na:
 - specifičnosti tehnološkog procesa koji se na operativnoj površini odvija, koje su definisane šemom tehnološkog procesa na operativnoj površini i šemom intenziteta tokova između osnovnih funkcija
 - tehnološke zahteve opsluživanja na osnovnim funkcijama. Ovi zahtevi se odnose na način ulaska na deo jediničnog elementa strukture na kome se realizuje tehnološki zahtev i na ugao jediničnog elementa
 - vrstu transportnog sredstva

Ukoliko nema zahteva kao ograničenja, tada je za funkciju smeštaj ili parkiranje presudna vrsta vozila, za funkciju snabdevanje tehnološki zahtevi opsluživanja, a za funkciju tehničke intervencije tehnološki zahtevi opsluživanja i vrsta transportnog sredstva. Za sve tri funkcije treba da se uzmu u obzir specifičnosti tehnološkog procesa koji se na operativnoj površini odvija.

Veza tipa jediničnog elementa strukture i osnovnih funkcija terminala prikazana je u tabeli 6.1.

Tabela 6.1. Veza tipa jediničnog elementa strukture i osnovnih funkcija terminala

Osnovna funkcija oznaka i naziv		Tip jediničnog elementa						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
F1	Registracija ulaska							
F2	Prijem							
F3	Smeštaj							
F4	Snabdevanje							
F5	Obavljanje tehničkih intervencija							
F6	Otprema							
F7	Registracija izlaska							

	samo za putničke terminale
	za sve vrste terminala

Transportni sastavi, zbog osobenosti konstrukcije, postavljaju specifične zahteve kada se radi o tehnologiji kretanja u složenim objektima tipa terminala, odnosno na njihovim operativnim površinama. To se direktno odnosi na način kretanja pri ulasku i pri izlasku sa površine na kojoj se realizuje tehnološki zahtev. Naime, bez obzira o kom tehnološkom zahtevu je reč, površina jediničnog elementa strukture mora se dimenzionisati tako da omogućava kretanje transportnog sastava isključivo hodom unapred i pri ulasku i pri izlasku sa površine na kojoj se realizuje tehnološki zahtev.

Kretanje transportnog sastava hodom unazad, bez obzira na gabarite i specifičnost konstrukcije, u principu je moguće. Takvo kretanje zahteva veliki prostor. Ukoliko u površini za manevrisanje postoje prostorna ograničenja, bilo bočna bilo čeonu, zbog dužine transportnog sastava i njegovog ponašanja u procesu manevrisanja, neophodna je kontrola manevra od strane lica (pored vozača) koje se nalazi izvan transportnog sastava. To je na operativnim površinama terminala, naročito onih sa logističkim aktivnostima nepoželjno, a u najvećem broju slučajeva neizvodljivo.

Zadovoljavanje kriterijuma kretanja pri manevru isključivo hodom unapred, za sve tipove transportnih sastava, obezbeđuju tipovi jediničnih elemenata strukture I, II i VI (sl. 2.8).

Izuzetno, za transportne sastave tipa PP (tegljač sa poluprikolicom) i tipa ZG (zglobni autobus), kada prostorne mogućnosti ne dozvoljavaju realizaciju navedenih tipova jediničnih elemenata strukture, moguće je usvojiti tipove jediničnih elemenata na koje se ulazi hodom unapred, a izlazi hodom unazad (tip VI). Pri ulasku na površinu koja je cilj manevra radi se o uzanom prostoru, pa vozač, krećući se hodom unapred, ima mogućnost vizuelne kontrole manevra. Pri izlasku hodom unazad vozaču je na raspolaganju širi prostor. U slučaju primene ovog

tipa jediničnog elementa strukture treba birati ugao jediničnog elementa manji od 90° . Za vozače najpovoljniji ugao je oko 45° .

Izuzetno se može, za transportne sastave tipa PP, primeniti tip jediničnog elementa III koji ima obeležje ulazak hodom unazad, izlazak hodom unapred, pod uglom od 0° . Ovo se, ponekad, sreće kod projektovanja mesta za utovar ili istovar ili se javlja kao zahtev kod ukrcavanja ovog tipa transportnog sastava na trajekt i slično. Iskustvo je pokazalo da su manevri koje zahteva ovaj tip jediničnog elementa mogući, pa su čak i izvršeni kao jedan od zadataka testa vožnje pri prijemu vozača za rad u autotransportnom preduzeću na ovom tipu vozila.

Obeležja koja se u okviru jednog tipa jediničnog elementa strukture mogu varirati (ugao jediničnog elementa, za tipove IV, V i VI, kao i pozicije bočnih i čeonih prostornih ograničenja, a i c) zavise isključivo od:

- tehnoloških zahteva opsluživanja na osnovnim funkcijama
- vrste transportnog sredstva

Ukoliko nema posebnih zahteva opsluživanja na osnovnim funkcijama, tada se tip jediničnog elementa strukture bira po kriterijumu minimalno potrebne površine za njegovu realizaciju. U tim slučajevima za izbor tipa jediničnog elementa presudna je samo vrsta vozila.

Veza tipa jediničnog elementa strukture i vrste transportnih sredstava prikazana je u tabeli 6.2.

Tabela 6.2. Veza tipa jediničnog elementa strukture i tipa vozila

tip jediničnog elementa	tip vozila			
	solo	PP	ZG	P
I				
II				
III				
IV				
V				
VI				
VII				

L i t e r a t u r a

- [1.] Novaković, S., Zečević, S., Kovačević, V.: *Uticaj transportnih troškova na privredu*, Saobraćajni institut CIP, Beograd, 1990.
- [2.] Radovanović, V., Filipović, S.: *Osnovni pristup u optimizaciji mezotransportnih sistema*, Beograd, 1990.
- [3.] Zakin, R. X.: *Prikladna teorija kretanja autovozova*, Moskva, 1967.
- [4.] Morlok, C.K.: *Introduction to Transportation Engineering and Planning*, McGraw-Hill Book Company, New York, 1981.
- [5.] Grupa autora: *Bus Terminal and Bus Station Planning and Design Guidelines Draft Report for Use and Comment*, Department of Transport Land Transport Directorate (Planning Division), Johannesburg, 1983.
- [6.] Putnik, N.: *Autobaze i autostanice*, Saobraćajni fakultet Beograd (1992.), II izdanje
- [7.] Milosavljević, N.: *Određivanje realnih vrednosti pokazatelja manevarskih sposobnosti transportnih sastava analitičko-eksperimentalnom metodom, u cilju minimizacije površina za manevrisanje*, magistarski rad, Saobraćajni fakultet, Beograd, 1984.g.
- [8.] Milosavljević, N.: *Metodologija optimizacije operativnih površina kao resurs infrastrukture transportnih sistema*, Doktorska disertacija, Saobraćajni fakultet, Beograd, 1991.g.

- [9.] Milosavljević, N.: "Metodologija za dimenzionisanje funkcije smeštaja transportnih sastava", časopis "Suvremeni promet", Zagreb, broj 1, 1985. g., str. 59-64.
- [10.] Milosavljević, N.: "Minimizacija površina za manevrisanje optimizacijom manevarskih sposobnosti transportnih sastava", Zbornik radova, Nauka i motorna vozila, Beograd 1987.
- [11.] Milosavljević, N.: "Uticaj karaktera autobuske stanice na parametre merodavne za izradu saobraćajno-tehnološkog rešenja", Časopis Tehnika, Saobraćaj, broj 3-4, Beograd, 1989. g.
- [12.] Milosavljević, N., Glišić, Z.: *Kriterijumi za tehnološko projektovanje operativne površine transportnih sredstava*, Časopis Tehnika-Saobraćaj, broj 5-6, godina 1993., strana 85 do 90, Beograd, 1994.
- [13.] Milosavljević, N.: *Dimenzionisanje prostora za skretanje zglobnog autobusa – granični slučajevi*, Časopis Saobraćaj u gradovima, broj 1-1994, strana 31 do 35, Beograd, 1994.
- [14.] Milosavljević, N.: *Osnovne postavke metodologije za optimizaciju operativne površine transportnih sredstava*, Časopis Saobraćaj u gradovima broj 1-2, Beograd, 1995.
- [15.] Farobin, P.B.: *Teorija kretanja transportnih mašina*, Moskva 1970.
- [16.] Pavlov, V.: *Transportne prikolice i poluprikolice*, Moskva, 1981
- [17.] Green, P.B.: *Simulation of Vehicle Manoeuvres*, The Journal of Highway Engineers, 1980.

Spisak pojmova

	SRPSKI	ENGLESKI
1.	operativna površina transportnih sredstava	Manoeuvring area
2.	terminal	Terminal
3.	vozilo	Vehicle
4.	teški kamion	Heavy lorry (heavy truck, heavy motor truck)
5.	tegljač	Tractive unit (tractor, towing vehicle)
6.	sedlo tegljača, okretni zglobov	Turntable
7.	prikolica	Trailer (drawbar trailer)
8.	poluprikolica	Semi-trailer
9.	transportni sastav (zglobni autobus, tegljač sa poluprikolicom, vučno vozilo sa prikolicom)	Articulated vehicle
10.	parkiranje	Parking
11.	parkiralište	Parking lot
12.	kapacitet	Capacity
13.	kapacitet parkirališta	Capacity of parking lot
14.	parking garaža	Parking garage

SRPSKI	ENGLISKI
15. parking mesto	Parking place, Parking bay
16. objekat za opravku i održavanje vozila	Servicing garage
17. stanica za snabdevanje gorivom	Service station, Petrol station, Gas station
18. autobuska stanica	Bus station, Bus terminal
19. autobuska niša	Bus bay
20. stajalište	Waiting bay
21. širina vozila	Vehicle width
22. dužina vozila	Vehicle length
23. prednji prepust	Front overhang
24. zadnji prepust	Rear overhang
25. razmak osovine	Wheel base
26. radijus okretanja	Turning radius
27. spoljni radijus okretanja	Outside turning radius
28. unutrašnji radijus okretanja	Inside turning radius
29. ugao parking mesta	Parking angle
30. parkiranje hodom unapred	Pull-in parking
31. parkiranje hodom unazad	Back-in parking
32. udvojeno parkiranje	Double parking
33. manevrisanje	Manoeuvring
34. modul parkiranja	Parking module
35. peron za dolazak	Unloading platform
36. peron za odlazak	Loading platform

Beleška o autoru

Dr Nada B. Milosavljević, rođena je 1948. godine u Vršen. U Beogradu je završila osnovnu školu, srednju elektrotehničku školu "Nikola Tesla" i Saobraćajni fakultet, odsek za drumski i gradski saobraćaj i transport. Na Saobraćajnom fakultetu Univerziteta u Beogradu zaposlila se 1972, gde se i danas nalazi u zvanju vanrednog profesora na predmetima *Autobuze i auto-stanice* i *Stacionarni saobraćaj* na Katedri za tehničku eksploataciju drumskih transportnih sredstava i terminale u drumskom saobraćajnom transportu.

Svoj naučni i stručni rad usmerila je na izučavanje problema vezanih za tehnološko projektovanje terminala u drumskom saobraćaju, sa posebnim angažovanjem na definisanju metoda za dimenzionisanje površina za manevrisanje transportnih sastava. Stoga su i njeni radovi u najvećoj meri orijentisani na navedenu problematiku. Navodimo nekoliko najznačajnijih:

- "Metodologija za dimenzionisanje funkcije smeštaja transportnih sastava", časopis "Suvremeni promet", Zagreb, broj 1, 1985. g., str. 59-64.
- "Minimizacija površina za manevrisanje optimizacijom manevarskih sposobnosti transportnih sastava", Zbornik radova, Nauka i motorna vozila, Beograd 1987.
- "Uticaj karaktera autobuske stanice na parametre merodavne za izradu saobraćajno-tehnološkog rešenja", Časopis Tehnika, Saobraćaj, broj 3-4, Beograd, 1989. g.
- Kriterijumi za tehnološko projektovanje operativne površine transportnih sredstava, Časopis Tehnika-Saobraćaj, broj 5-6, godina 1993., strana 85 do 90, Beograd, 1994.

- *Dimenzionisanje prostora za skretanje zglobnog autobusa - granični slučajevi*, Časopis Saobraćaj u gradovima, broj 1-1994, strana 31 do 35, Beograd, 1994.
- *Osnovne postavke metodologije za optimizaciju operativne površine transportnih sredstava*, Časopis Saobraćaj u gradovima broj 1-2, Beograd, 1995.
- *Mesto i uloga autobuskih terminala u planovima razvoja transportnog sistema grada*, Peti jugoslovenski naučno stručni skup Saobraćaj u gradovima '96.

Nada Milosavljević je bila autor ili koautor na preko 40 studija i projekata iz oblasti tehnološkog projektovanja autobuskih stanica, autobaza, parking garaža i parkirališta

CIP – КАТАЛОГИЗАЦИЈА У ПУБЛИКАЦИЈИ
Народна библиотека Србије, Београд

625.748(075.8)

МИЛОСАВЉЕВИЋ, Нада

Elementi za tehnološko projektovanje objekata u drumskom saobraćaju i transportu / Nada Milosavljević ; [crteži Dejan Lukić, Darko Vujin]. 2. izd. – Beograd : Saobraćajni fakultet Univerziteta, 2003. (Beograd: Saobraćajni fakultet). – II, 126 str. : graf. prikazi ; 24 cm

Tiraž 250. – Beleška o autoru: str. 125-126. – Bibliografija: str. 121-122.

ISBN 86-7395-146-1

a) Саобраћајни објекти
COBISS.SR-ID 105953804